ÉPÍTŐANYAGOK MSC
ROZSDAMENTES ACÉL

Dr. Kausay Tibor
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék



Budapest, 2017. május 3.

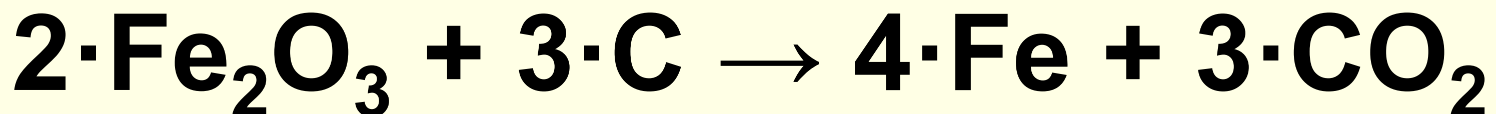
AZ ACÉLGYÁRTÁS TERMÉKEINEK RÖVID ISMERTETÉSE

Vasérc

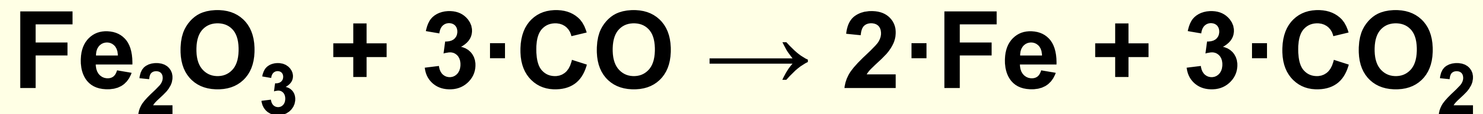
Vasércnek az olyan vastartalmú kőzeteket (vaskőzeteteket) nevezzük, amelyekben a vastartalmú ásványok koncentrációja már olyan magas fokú (legalább 25 tömeg%), hogy azokat kohászati úton érdemes feldolgozni. A vasérc-féleségek a vas- és acélgyártás kiindulási nyersanyagai, amelyek közül a legfontosabbak: hematit (vörösvasérc), magnetit (mágnesvasérc), limonit (barnavasérc), sziderit (pátvasérc), fayalit (szilikátos vasérc).

A nyersvasat az ércből úgy állítják elő, hogy redukálják, azaz oxigéntartalmát eltávolítják.

A redukciót szénnel és szén-monoxiddal valósítják meg, például:



$$2 \cdot Fe_2O_3 + 3 \cdot C \rightarrow 4 \cdot Fe + 3 \cdot CO_2$$



$$Fe_2O_3 + 3 \cdot CO \rightarrow 2 \cdot Fe + 3 \cdot CO_2$$

Nyersvas

A nyersvasat vasércből, nagyolvasztó kohóban állítják elő. Az előkészített (meddőtlenített, aprított, osztályozott, kevert, pörkölt stb.) vasércet koksszal és olvadáspontot csökkentő hozaganyaggal helyezik a kohóba. Az olvadáspont csökkentő, salakképző hozaganyag rendszerint mészkő, dolomit, bauxit.

A kohóból kikerülő nyersvas egy vasötvözet, amelynek széntartalma 2,5 - 5,0 tömeg%, és amely rendszerint 1 - 4 tömeg%-ban tartalmaz szennyezőket: mangánt, szilíciumot, ként, foszfort stb.

A nyersvas-termelésnek kb. 10 - 15 tömeg%-át *öntödei célokra* használják fel, a többiből *acélt* gyártanak.

A nyersvasgyártás melléktermére a kohósalak.

A folyékony vas jól oldja a szenet (jól ötvöződik vele), ezért a *nyersvas*nak olyan magas a karbontartalma, hogy képlékenyen nem alakítható. A képlékenyen alakítható acél előállítása céljából a fölösleges szenet el kell távolítani.

Ez az acélgyártás művelete, amely – a nyersvasgyártással szemben – oxidációs jellegű művelet. Az acélgyártás során az acélt a szén eltávolítása mellett szükség esetén más elemekkel is ötvözik, így kapják a sokoldalúan felhasználható acélminőségeket.

Acél

Az acélt nyersvasból gyártják. Az acélgyártásnak többféle *hagyományos módja* van:

Konverteres (konverter = a nyersvas hevítésére használt körte vagy henger alakú tartály) eljárások, például Bessemer-, Thomas-eljárás, amelyekkel csak speciális összetételű nyersvasakat lehet feldolgozni;

Martin-eljárás (Siemens-Martin eljárás), amely a nyersvas összetételére nem kényes. A Martin-kemence váltakozó lángjárású gázkemence. (A Siemens-Martin eljárást fokozatosan korszerűbb acélgyártási módszerek váltják fel.)

A konverteres acélgyártást a kor kívánalmainak megfelelően 1950-es évektől átalakították a tömeggyártásnak megfelelően. Ezt azzal érték el, hogy nem levegővel, hanem tiszta oxigénnel végezték a frissítést (oxidációt, amelynek célja a C, P, és H_2-tartalom csökkentése oxigén-befúvás mellett), ez által nem érintkezett a fémfürdővel nitrogén. Az eljárást a *Linz-Donawitz acélmű* fejlesztette ki, és ezért LD eljárásnak nevezik. Az LD eljárással előállított acélok gázszegények, különösen tiszták, szívósak. Az oxigénnel frissített acélok kiválóan felhasználhatók hengerelt és húzott, hidegen alakított termékek készítésére.

A mai kor követelményeinek megfelelően került kifejlesztésre az elektroacélgyártás. Az indukciós kemencében a nyersvas megolvasztását lehet megoldani oly módon, hogy a kemencét körülvevő indukciós tekercsben nagyfrekvenciás váltóáram a fémbetétet megolvasztja. A nyersvas megolvasztása nagyon gyorsan végbemegy. A változó elektromos térben a fémfürdő állandó mozgásban van, ami elősegíti a koncentráció és a hőmérsékleti különbségek kiegyenlítődését.

Az elektroacélok gyártásának egyik fő eszköze az ívfényes kemence.

Forrás: http://tudasbazis.sulinet.hu/ és *Dr. Károly Gyula – Dr. Kiss László – Dr. Harcsik Béla*: Elektroacélgyártás, http://metont.uni-miskolc.hu

Öntöttvas és öntöttacél

Öntödei termék a nyersvasból előállított öntöttvas és öntöttacél.

Az öntöttvas széntartalma több, mint 2,06 tömeg%, míg az öntöttacél széntartalma legfeljebb 2,06 tömeg%.

Az öntöttvasból például szürkevas-öntvényeket gyártanak, az építőiparban szerkezeti anyagként ridegsége, kis húzószilárdsága miatt ma már nem igen használják. (*Az első budapesti Lánchíd kereszttartói öntöttvasból készültek*.) Az öntöttvas fajták esetén különbséget kell tenni a húzószilárdság és az annál jóval nagyobb nyomószilárdság között.

Az öntöttacélból nagyszilárdságú acélöntvényeket, például *tartószerkezetekhez sarukat, csuklókat* gyártanak.

Bár a 2,06 tömeg%-nál kisebb széntartalmú vasfajtákat acéloknak nevezik, az öntöttacélt nem szokás a tulajdonképpeni acélok közé sorolni.

Az építőipari acélok széntartalma kevesebb, mint 1,7 tömeg%.

Főbb csoportosításuk az alakítás, a tulajdonságok, a felhasználás szerint a következő:

Melegen hengerelt szerkezeti acélok;

Melegen hengerelt betonacélok;

Hidegen alakított (hidegen hengerelt és hidegen húzott) betonacélok;

Hidegen húzott feszítőacélok (feszítőhuzal, feszítőpászma);

Melegen hengerelt feszítőacél (feszítőrúd).

Az acél széntartalma

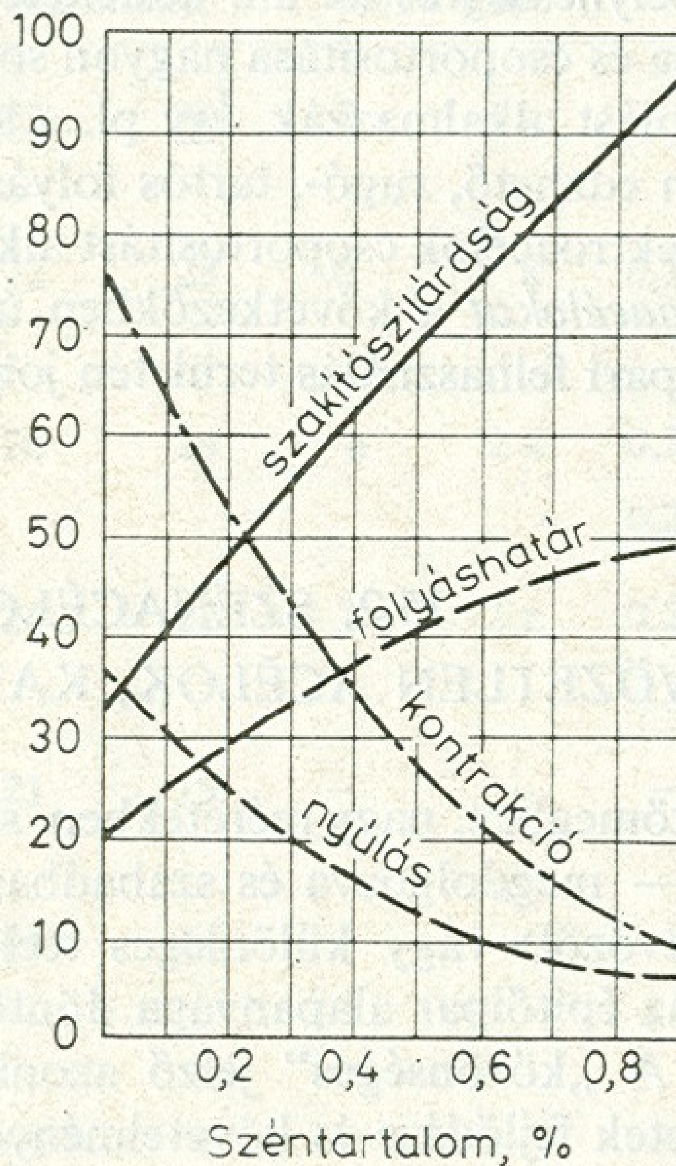
Acéloknak azokat a — nyersvas feldolgozásával nyert — kis széntartalmú vas-szén ötvözeteket tekintjük, amelyek széntartalma kevesebb, mint 2,06 tömeg%.

Az öntött acélok széntartalma 1,70 – 2,06 tömeg%, a tulajdonképpeni építőipari acélok széntartalma kevesebb, mint 1,7 tömeg%.

A szén az acél legfontosabb ötvözője. A széntartalom növekedésével növekszik a betonacél folyáshatára és szakítószilárdsága, csökken a nyúlása, kontrakciója és ütőmunkája (lásd az ábrát a következő oldalon).

Az acélok nyomódiagramja hasonló a húzódiagramjukhoz, de a nyomószilárdság a húzószilárdságnál valamivel nagyobb, ezért a húzószilárdságot tekintik mértékadónak, és a nyomószilárdságot általában nem vizsgálják.

1 kp/mm^2 ~10 N/mm^2



VI. 139. ábra

A széntartalom hatása az acél mechanikai tulajdonságaira

Forrás:
***Dr. Palotás László*: Fa –kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana, 2. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.**

Az acél hegeszthetősége

A szenen kívül más ötvözőt nem tartalmazó ún. ötvözetlen szénacél általában akkor hegeszthető, ha a széntartalma legfeljebb 0,22 – 0,25 tömeg%.

A hegeszthető acél ne legyen edzhető. (Edzés az a hőkezelési eljárás, amikor az acélt felmelegítik 950 °C fölé, majd nagy sebességgel lehűtik. Az edzés célja a nagykeménységű szövetszerkezet előállítása. Az erősen edzett acélok üvegszerűen ridegek.)

A nem edzhető acél-ötvözetek az edzhetőknél puhábbak, ezért azokat lágyvasnak (lágyacélnak) nevezik, ezt az elnevezést sokszor a betonacél szinonimájaként használják.

A betonacélokat meleg hengerléssel vagy hideg alakítással gyártják.

A 0,22 – 0,25 tömeg%-nál nem nagyobb széntartalmú *melegen hengerelt betonacélok* (MSZ 339:1987) és a legfeljebb 0,2 tömeg% széntartalmú *hidegen alakított (hidegen hengerelt és hidegen húzott) betonacélok* („hálóacélok", MSZ 982:1987 és DIN 488-1:2009) jól hegeszthetők.

A *hidegen húzott feszítőhuzalok* (ötvözetlen acélhuzalok, MSZ 5720:1993, prEN 10138-1:2000, DIN EN 10138-1:2000, MSZ EN 10027-1:2017) széntartalma 0,45 – 0,80 tömeg%, tehát nem hegeszthetők.

A szenen kívül más ötvözőt is tartalmazó, ún. ötvözött szénacél hegeszthetőségét az ötvöző elemek (szén, mangán, króm, molibdén, vanádium, nikkel, réz,) mennyiségét is figyelembe vevő szénegyenérték (C_{ekv}) fejezi ki, amelynek megengedett legnagyobb értéke a hegesztendő anyag vastagságától (*d*) függ, elegendő üzembiztonság mellett például

d = 6,35 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,45 tömeg%,
d = 12,7 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,40 tömeg%,
d = 25,4 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,35 tömeg%.

Forrás: *Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984. 12.7. táblázat.

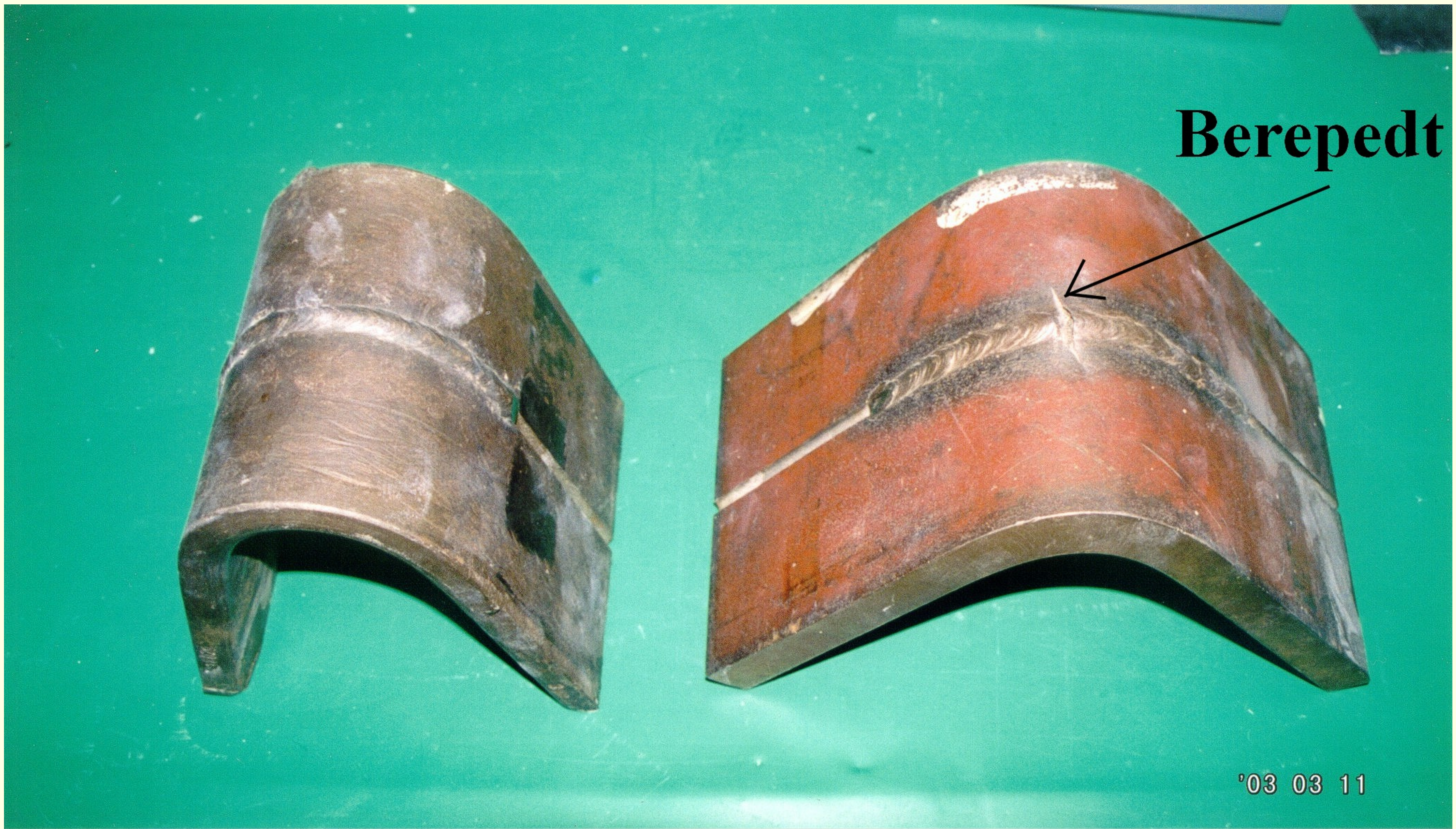
A szénegyenértéket (C_{ekv}, ill. C_{eq}) a hegeszthető betonacélokra az MSZ EN 10080:2005 európai szabvány az anyagvastagságtól függetlenül a következő képletből számítja ki:

$$C_{eq}{}^{\%} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

és a hegeszthetőség feltételeként

olvadékvizsgálat esetén $C^{\%} \leq 0{,}22$ és
$C_{eq}{}^{\%} \leq 0{,}50$ tömeg%;
termékvizsgálat esetén $C^{\%} \leq 0{,}24$ és
$C_{eq}{}^{\%} \leq 0{,}52$ tömeg%

követelményt támasztja.



Hegesztési varrat vizsgálata hideghajlítással

A vas és az acél bizonyos idő elteltével a levegőn, a vízben vagy a földben és *karbonátosodott betonban* elkezd korrodálni (rozsdásodni).

2007/10/8 13:26

A VAS- ÉS ACÉLKORROZÓ FAJTÁI

Forrás: http://www.geniusmbt.hu/szakcikkek/korrvedelem/korrozvedelem.htm

Ha a rozsdát megelemezzük, akkor azt találjuk, hogy az vasoxid. Ha a kibányászott vasércet elemezzük meg, akkor arról is azt fogjuk megállapítani, hogy az is vasoxid! A rozsda legstabilabb alakja az Fe_3O_4 .
A korrózió tehát az ember által végzett fémgyártásnak a természeti erők révén megfordított, ellentétes irányú folyamata.

- **Egyenletes vagy általános korrózió**

Elektrokémiai korrózió a teljes felületen, az anód és a katód állandó eltolódása következtében. Például a beton karbonátosodása *egyenletes kémiai acélbetét korrózióra* vezet.

- **Lyukkorrózió**

Lokalizált elektrokémiai korrózió, amelyet a nagy katód felülethez képest kis anód felület eredményez. Például a kloridkorrózió *elektrokémiai acélbetét lyukkorrózió.*

- **Galvanikus korrózió**

Különböző fémeket összekapcsolva elektroliton keresztül az anódikus fém korróziója lényegesen nagyobb mérvű lesz, mint a katódikus fém.

- **Réskorrózió**

Az oxigénszint eltérései okozzák, rendszerint a levegő-folyadék fázishatárok mentén.

- **Eróziós korrózió**

Szilárd anyagok, folyadékok és gázok koptató hatása következtében fellépő mechanikai hatás következménye.

- **Feszültségkorrózió**

Az acélban meglévő feszültségek hatására az acélszemcsék anódokká válnak a szomszédos felületekhez képest, ami repedéseket idézhet elő.

- **Szemcseközi korrózió**

Szelektív korróziós hatás a fémben lévő szemcsék felülete mentén. Legáltalánosabb példája az ausztenites rozsdaálló acél hőkezelése során fellépő folyamat.

- **Súrlódási korrózió**

Eróziós korrózió, melyet a buborékok szétpattanása okoz az acél felületén. Például: hajócsavarok, szivattyú lapátkerekek, turbina lapátok felületén.

- **Ütközési korrózió**

Nagy sebességű folyadékok mozgása által okozott fizikai-kémiai hatás.

- **Rideg törékenység**

A hidrogén gáznak a fémbe való diffundálása révén következik be, ott ahol a fémben feszültségek lépnek fel.

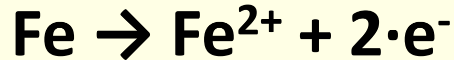
- **Grafitosodás**

Vas szelektív kiválása öntöttvasból, grafit hátrahagyásával.

- **Kóboráram**

Nedves talajokon következik be, ott ahol a fémek olyan közvetlen áramforrásoknak vannak kitéve, mint a villamos vasút, vagy a hegesztő berendezések.

Kloridkorrózió esetén a vas ionos formában oldódik, és ez *elektrokémiai acélbetét lyukkorrózióra* vezet:

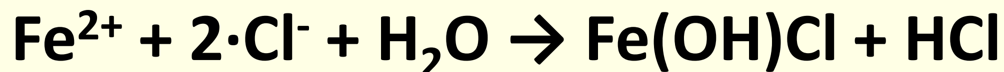


$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2 \cdot e^-$$

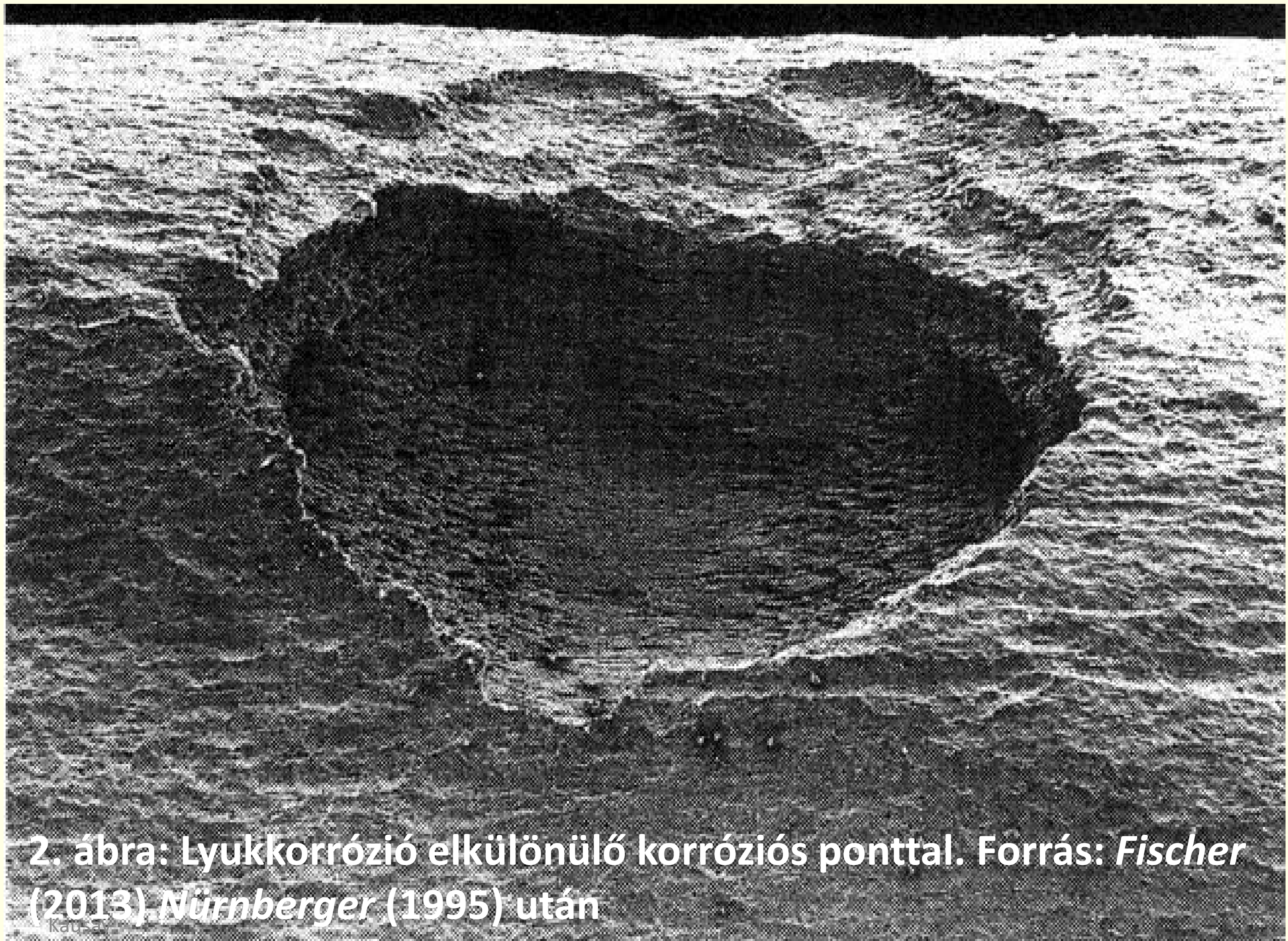
A folyamat elektron leadással jár, tehát oxidáció, a vas oxidálódik.

Az oxidációs folyamatokat az elektrokémiában anódos folyamatnak nevezik.

Kloridionok jelenléte esetén a kloridionokkal az oldatban ment vasionok sósav (HCl) képződése mellett reakcióba lépnek, miáltal az acélfelület egy pontjának (korróziós pont → pontkorrózió → lyukkorrózió) környezete erősen savassá válik (pH ≤ 5):

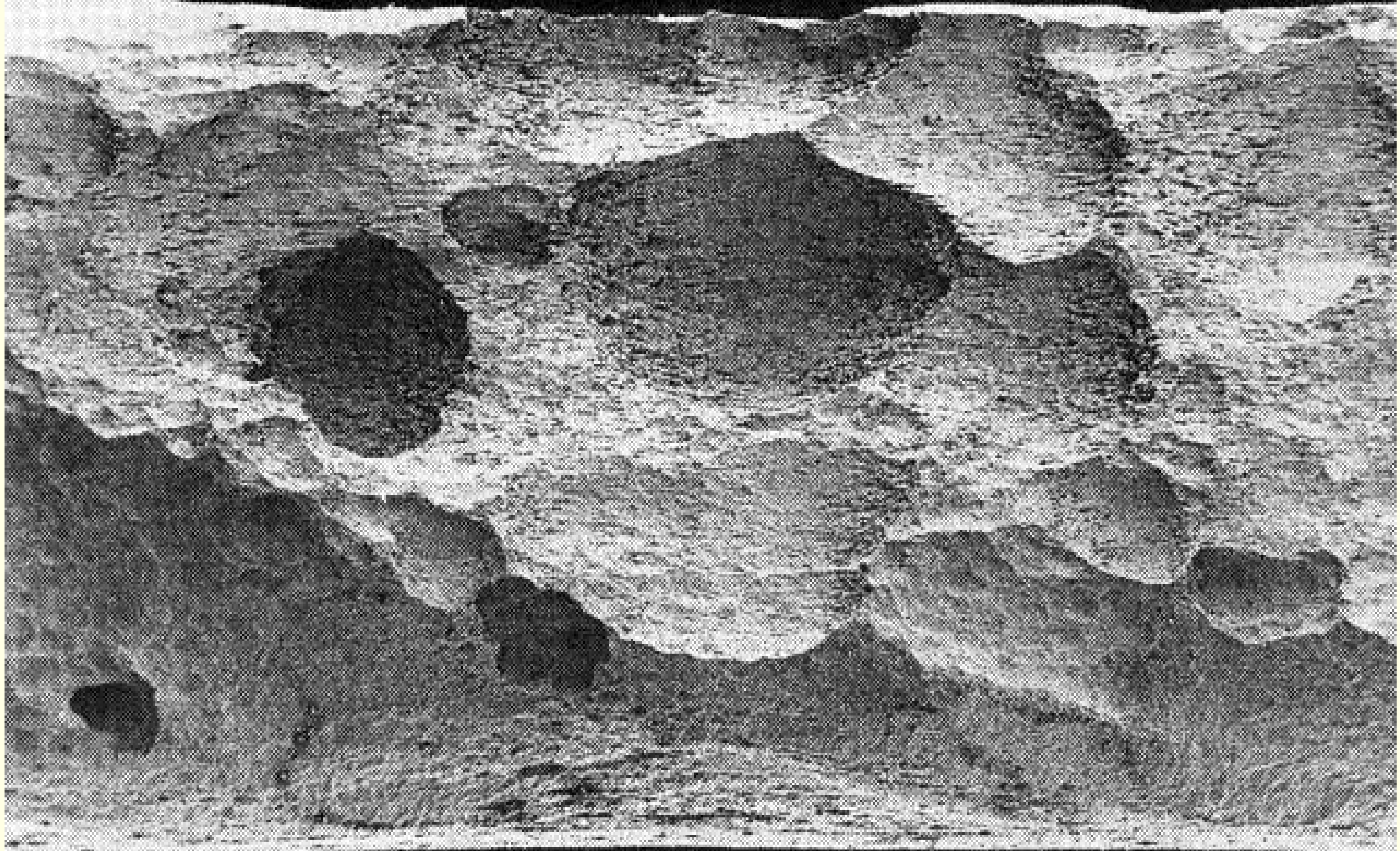


$$Fe^{2+} + 2 \cdot Cl^- + H_2O \rightarrow Fe(OH)Cl + HCl$$



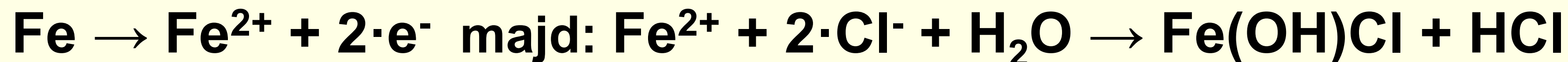
2. ábra: Lyukkorrózió elkülönülő korróziós ponttal. Forrás: *Fischer* (2013) *Nürnberger* (1995) után

3. ábra: Lyukkorrózió összenőtt korróziós pontokkal.



Forrás: ***Fischer*** **(2013)** ***Nürnberger*** **(1995) után**

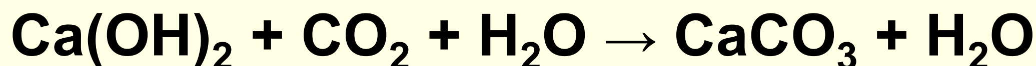
A *lyukkorrózióra vezető kloridkorrózió oxidációs (elektron leadással járó) folyamat,* a vas oxidálódik. *Az oxidációs folyamatokat az elektrokémiában anódos folyamatnak nevezik:*



$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2 \cdot e^{-} \quad \text{majd: } Fe^{2+} + 2 \cdot Cl^{-} + H_2O \rightarrow Fe(OH)Cl + HCl$$

Az anódos folyamat nem csak kloridok hatására, hanem levegő vagy hosszú idejű vízátszivárgás hatására végbemenő *karbonátosodás* folytán is létre jöhet.

A beton karbonátosodása azonban nem elektrokémiai lyukkorrózióra, hanem *egyenletes kémiai acélbetét korrózióra* vezet. A karbonátosodás hatására, amelynek kémiai egyenlete (*Benedix,* 2008):



$$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

a cementkő lúgossága csökken. Ha a megsavanyodott zóna eléri a vasalást, akkor az acélbetét felületén a korábbi nagy pH folytán kialakult passzív védőréteg felbomlik, és megindul az acélbetét korróziója.

A rozsda a betonacél felületén rakodik le, de egy része az acélbetétet környező cementkő pórusaiba és a beton repedéseibe – azok tágulását okozva – vándorol (*Fischer*, 2013).

A betonacél felületén lerakodó rozsda porózus szerkezetű, és az acélbetét további korrodálódását nem akadályozza meg, térfogata pedig mintegy hatszorosa a vas térfogatának, ezért repesztő hatású.

Az acél korróziójáról részletesebben itt lehet olvasni:

http://www.betonopus.hu/szakmernoki/178-femkorrozio.pdf

Az acélkorrózió elleni védekezésül fejlesztették ki a rozsdamentes acélokat.

A rozsdamentes acél (más néven inox acél, az „inox” elnevezés a francia inoxydable szóból) egy minimum 10,5% krómot tartalmazó, nagyon alacsony széntartalmú acélötvözet, mely segítségével az acél fokozott rozsdaállóságot nyer a közönséges acéllal szemben.

Kutatása már az ókorban elkezdődött. Erre az egyik híres példa a Delhiben álló, ma sem rozsdás, 7 m magas, 6 tonnás vasoszlop, amelyet *II. Csandragupta* (380-415) emeltetett Kr. után 400 körül. A rozsdamentes acélokkal szemben ezen ötvözet rozsdaállóságát nem a króm, hanem a magas foszfortartalom (kb. 1%-os, szemben a jelenkori vas mintegy 0,05%-os foszfortartalmával) adta, ami a megfelelő klíma mellett a vasoxid mellett foszfátokat tartalmazó réteget képezett, ami megvédte a vas anyagát.

Az első krómtartalmú rozsdaálló acélt *Pierre Berthier* (1782–1861) francia kohász készítette 1821-ben, aki emellett savállóságát is kiemelte, és javasolta a konyhai eszközökben való használatát. A XIX. század fémfeldolgozó-ipara nem volt képes a mai rozsdamentes acélokra jellemző alacsony széntartalmat és magas krómtartalmat biztosítani, ezért az eredmény nem volt elegendő a mindennapi felhasználáshoz.

Az 1890-es évek végén *Hans Goldschmidt* (azaz *Johannes Wilhelm Goldschmidt*, Berlin, 1861. január 18. – Baden-Baden, 1923. május 21.) kémikus Németországban kidolgozta azt az aluminotermikus módszert, amellyel szénmentes krómot tudott előállítani.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Rozsdamentes_acél
https://hu.wikipedia.org/wiki/Gupta_Birodalom
http://www.expressindia.com
https://de.wikipedia.org/wiki/Hans_Goldschmidt_(Chemiker)

1821: *Pierre Berthier* (Nemours, 1782 – Párizs, 1861) francia geológus nyilvánosságra hozta kísérleti eredményeit az acélnak krómmal történő ötvözéséről.

1904-1911: *Léon Alexandre Guillet* (Saint-Nazaire, 1873-1946) francia kohász publikálta az acél, króm és nikkel ötvözésével foglalkozó kutatásainak eredményeit. Ezt az ötvözetet tekintjük ma rozsdamentes acélnak.

1911: *Albert Marcel Germain René Portevin* (Párizs, 1880 – Abano Terme, 1962) francia kohász nyilvánosságra hozta *Guillet* kutatásaira támaszkodva a német *W. Giesennel* (1909-ben) elért eredményeit, amelyek lényegében megfelelnek a mai ausztenites, martenzites és ferrites rozsdamentes acélminőségnek.

1911: *Philip Monnartz* közreadott kutatásában összefüggésbe hozta a króm tartalmat és a korrózióval szembeni ellenállóképességet.

1911: *Elwood Haynes* (Portland, Indiana, 1857 – Kokomo, Indiana, 1925) kohász az USA-ban kísérletezni kezdett a krómacéllal, és meghatározta a króm szerepét a kémiai és atmoszférikus hatások elleni korrózióállóságban. 1916-ban bejelentett szabadalmi igényét 1919-ben ismerték el.

Két króm-nikkel rozsdamentes acélt szabadalmaztatott 1912-ben az esseni *Friedrich Krupp AG.* két mérnöke, *Dr. Benno Strauss* (Fürth, 1873. január 30. – Vorwohle, 1944. szeptember 27.) kohász, fizikus és munkatársa *Dr. Eduard Maurer* (Königstein im Taunus, 1886. november 3. – Warnemünde, 1969. február 21.) kohász, vegyész.

Kettőjük viszonya később végzetesen megromlott.

***Eduard Maurer* 1925-ben elhagyta a Krupp Műveket és a vaskohászati tanszék vezető professzora lett a freibergi Bergakademie-n, majd 1951-től a berlini Humboldt Egyetemen.**

***Benno Strauss* sorsa a II. világháború idején tragikus fordulatot vett. 1935-ben a Krupp Művek származása miatt felmondott neki, megfosztották a münsteri „Westfälische Wilhelms-Universität" egyetemen betöltött professzori állásától, 1938-ban elkobozták vagyonát, majd 1944. szeptember 18-án kényszermunkára koncentrációs táborba hurcolták, ahol néhány nap múlva tüdőgyulladásban halt meg.**

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Benno_Strauß
https://de.wikipedia.org/wiki/Eduard_Maurer

Benno Strauss emlékét esseni lakóházán emléktábla őrzi.

Essenben és Fürthben utcát neveztek el emlékére.





Eduard Maurer emléktáblája Freibergben a Bányászati Akadémián.

Rostfreie Stähle

Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „Stainless Iron and Steel“ von J. H. G. Monypenny in Sheffield

Von

Dr.-Ing. Rudolf Schäfer

Mit 122 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

Az angol szakirodalom a rozsdamentes krómacél angol feltalálójának *Harry Brearley* (Sheffield, 1871. február 18. – Torquay, 1948. augusztus 12.) kohómérnököt tartja.

Emléktábla *Harry Brearley* emlékére Sheffieldben.



Harry Brearley **a nagy krómtartalmú acélok korrózióállóságát 1913-ban találta fel, amikor Sheffieldben a *John Brown and Co. Ltd.* és a *Thomas Firth and Sons Ltd.* cégeknél a harcászati eszközök korróziójával foglalkozott. Kísérletei során a hőkezelés különböző állapotában lévő acélok közül számosat mikroszkopikusan megvizsgált, és arra figyelt fel, hogy a nagy krómtartalmú acélokat a vékonycsiszolatok feltárásához használt szokásos maratószerek egyáltalán nem, vagy nagyon lassan támadták meg; és ezek az acélok, ha hosszabb ideig a laboratóriumban a levegőn álltak, lényegében nem rozsdásodtak.**

Harry Brearley **1914-ben megállapodott *Ernest Stuart*-tal, a sheffieldi *Robert Fead Mosley & Co.* cég késüzemének vezetőjével, és a *Mosley* cég elkezdte a késgyártást az új acélfajta egyikének felhasználásával.**

Bizonyos nehézségek folytán *Harry Brearley* – akkor már a sheffieldi *Brown, Bayleys Steel Works Ltd.* vezetőjeként – találmányát nem Angliában, hanem 1915 augusztusában Kanadában (Nr. 164622), majd 1916 szeptemberében az USA-ban (Nr. 1197256) szabadalmaztatta. A szabadalmaztatott acél krómtartalma 9-16 tömeg%, széntartalma kevesebb mint 0,7 tömeg%, optimálisan kevesebb mint 0,4 tömeg% volt.

A *Brearley*-féle rozsdamentes acélokat Franciaországban 1915. december 31-én szabadalmaztatták (Nr. 483152).

A kanadai *Brearley* szabadalom szerint a 900 ºC hőmérsékleten olajban *edzett* és 700 ºC hőmérsékleten *megeresztett* rozsdamentes acél széntartalma 0,24 tömeg%, mangántartalma 0,3 tömeg% és krómtartalma 13 tömeg%, folyáshatára mintegy 60 kg/mm^2 (~600 N/mm^2), szakítószilárdsága 76 kg/mm^2 (~760 N/mm^2), nyúlása 25%, kontrakciója 63% és IZOD-féle fajlagos ütőmunka szívósság 12 mkg/cm^2 (~120 J/cm^2) volt.

EDZÉS-MEGERESZTÉS FOGALMA

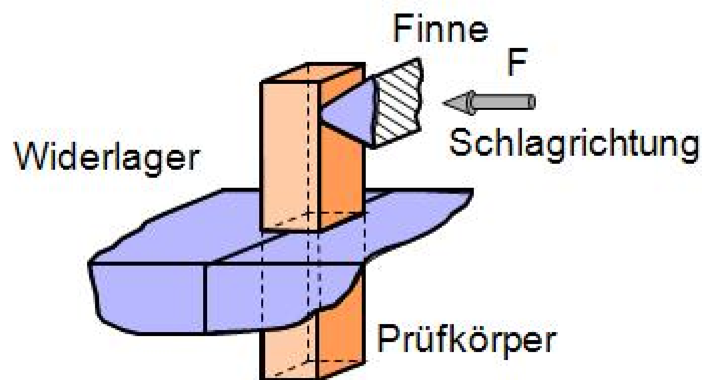
Az acélok kristályszerkezete kémiai összetételtől függően más 700-900 ºC hőmérséklet alatt (alfavas) mint felett (gammavas).

Az alfa és gamma módosulatok az ötvözőket különböző mértékben oldják. Például a gammavas nagymértékben oldja a szenet, míg az alfavas igen kis mértékben.

Ha az alfa állapotból gamma állapotba (ausztenites állapot) hevítjük az acélt, majd visszahűtjük, akkor a következő esetek állhatnak fenn:

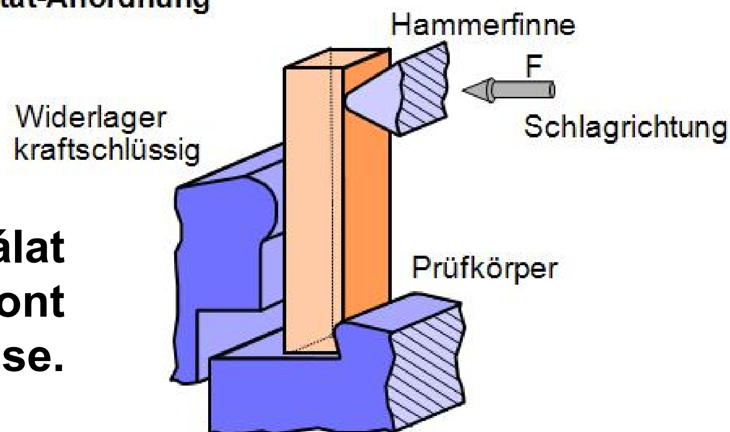
- **Lassú hűtés esetén visszaáll az egyensúlyi állapot, tehát az acél lágy marad.**
- **Gyors hűtés esetén a gamma-alfa átalakulás végbemegy ugyan, de a szén nem tud kiválni, ezért szénben túltelített alfavas jön létre, amely nagy keménységű, rideg, úgynevezett martenzites szerkezetű. Az edzés célja a „nem egyensúlyi” állapot létrehozása.**

Forrás: http://www.sasovits.hu/cnc/irodalom/hokezeles.pdf

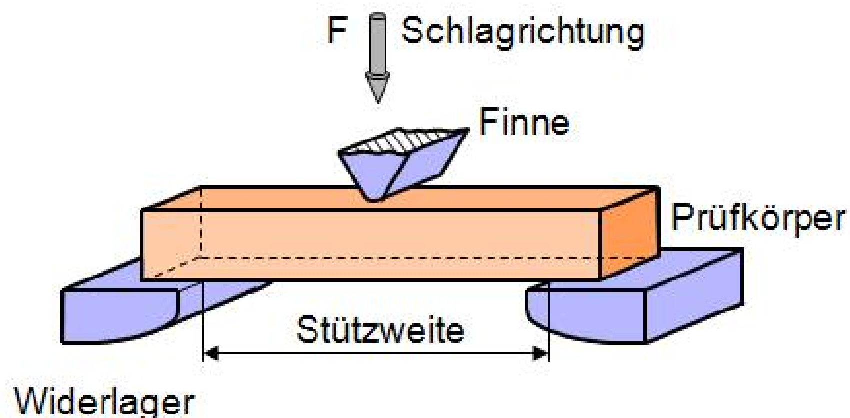


A különböző fajlagos ütőmunka vizsgálati módszereket eredetileg műanyagok vizsgálatára dolgozták ki.

IZOD-féle ütőmunka vizsgálat
(MSZ EN ISO 180:2001) elrendezése.

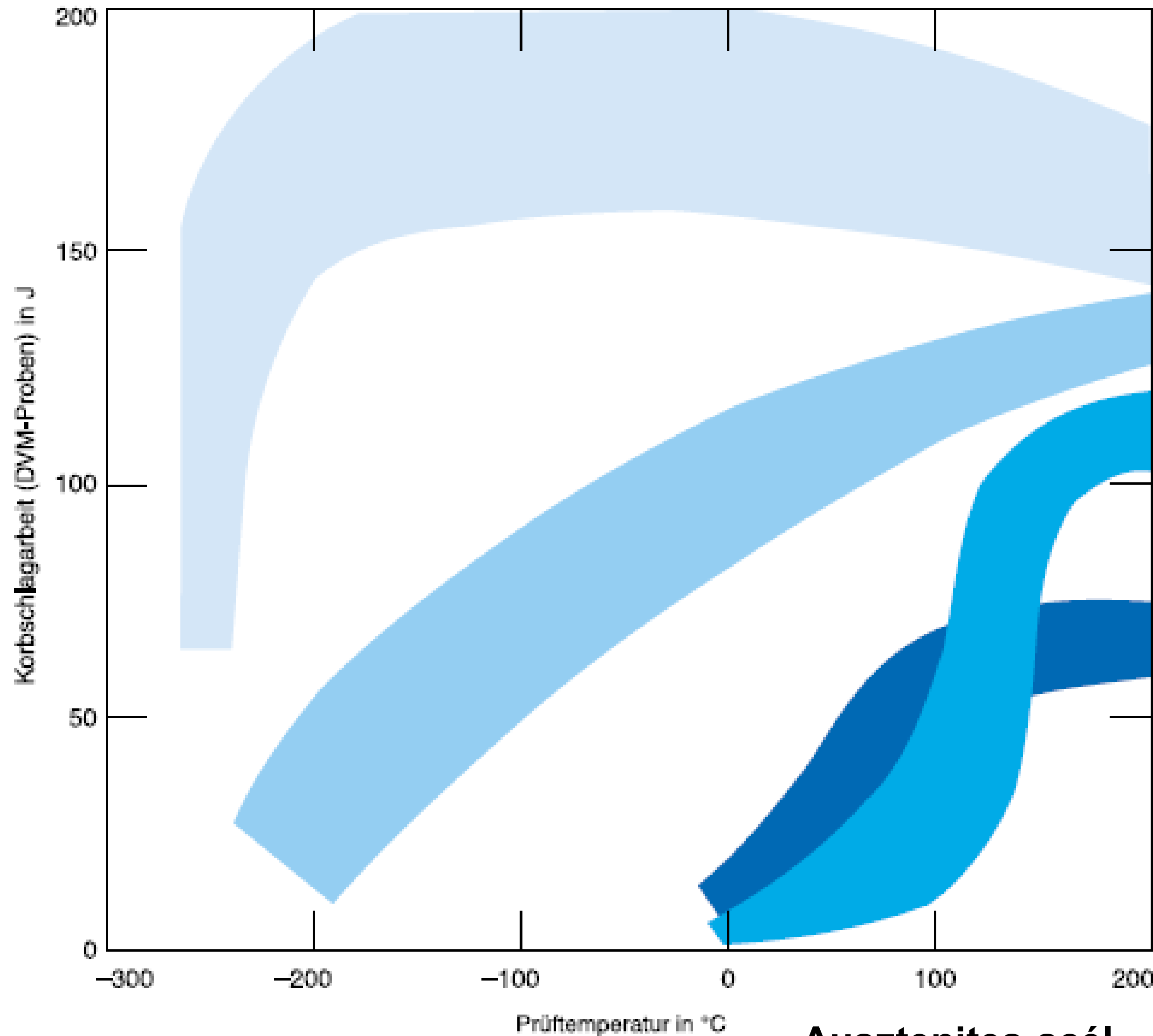


Dynstat-féle ütőmunka vizsgálat
(MSZ 11686:1985 visszavont
szabvány) elrendezése.



Charpy-féle ütőmunka vizsgálat (MSZ EN ISO 179-1:2010, MSZ EN ISO 179-2:2000) elrendezése. Az eljárást elsőként *Silas Bent Russell* (1860-1941) amerikai építőmérnök 1898-ban, majd 1901-ben *Augustin Georges Albert Charpy* (1865-1945) francia mérnök dolgozta ki.

Forrás: http://wiki.polymerservice-merseburg.de



Különböző rozsdamentes acélok ütőmunkája a hőmérséklet függvényében (*R. Oppenheim*: „Nichtrostende Stähle”Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1989. után)

Forrás:http:// www.edelstahl-rostfrei.de/ downloads/iser/ MB_821.pdf

Ausztenites acél
Nikkel-martenzites acél
Ferrites acél 17% krómtartalommal
Martenzites acél 13% krómtartalommal

Magyar vonatkozás

- A jó hírnévre szert tett diósgyőri acélok az 1937 utáni években a Diósgyőri Vas- és Acélgyárban olyan szerződések megkötésére is módot adtak, mint pl. az esseni Krupp cég világhírű sav- és hőálló V2-V4 acélcsaládjának gyártási lehetősége. (Ezek az acélok 0,07-0,15% C-t; 18% Cr-ot; 8% Ni-t és 0,4% Mo-t tartalmaztak.)
- A Diósgyőri Vas- és Acélgyárban 1943-ban további vásárlás útján egy újabb nagyfrekvenciás indukciós kemence (50 kg kapacitású) kezdte meg működését, különleges acélok, hő-, sav-, és korrózióállók választékának kikísérletezése és bővítése volt a cél.
- A Diósgyőrben 1982-ben átadott Kombinált Acélmű üzembe lépésével korábban nem gyártott acélminőségek, például a szuper alacsony C-tartalmú ausztenites sav- és hőálló acélok előállítása oldódott meg.

Forrás: *Nyitray Dániel – Jung János – Harcsik Béla*: „Az acélgyártás korszakai Diósgyőrben (2. rész)". ISD DUNAFERR Mûszaki Gazdasági Közlemények 2016/3. (182) pp. 103-113.

Rozsdamentes acél németül: rostfreier Stahl
Rozsdamentes acél angolul: stainless steel
Rozsdamentes acél franciául: inox, inoxydable acier

Edelstahl (német) magyarul: nemesacél, ötvözött acél
Edelstahl angolul: high-grade steel
Edelstahl franciául: acier inoxydable, alliage d'acier

Az MSZ EN 10083-1:1991+A1:2000 szerint:
Nemesíthető acélok németül: Vergütungsstähle
angolul: Quenched and tempered steels
franciául: Aciers pour trempe et revenu
Nemesacélok németül: Edelstähle
angolul: Special steels
franciául: Aciers spéciaux

A „Nichtrostenden Stahl” vagy „Rostfreier Stahl” nem szinonimája az „Edelstahl” kifejezésnek:

***Edelstahl rostfrei*, allgemein auch nur *Edelstahl* genannt; fachsprachlich wird die Bezeichnung Edelstahl nur für Stahlsorten mit besonders hoher Reinheit verwendet, die nicht zwangsläufig (nem feltétlenül) hochlegiert und rostfrei sein müssen.**

In Deutschland sind für die folgenden zwei *Edelstahlsorten* besondere Bezeichnungen gebräuchlich, die jedoch keine Synonyme für rostfreien Stahl sind, sondern eine bestimmte Stahlsorte bezeichnen:

***V2A* (Versuchsschmelze 2 Austenit, entstand 1912 für Legierungs-Typ X12CrNi18-8 oder auch 1.4300 genannt), wird heute nicht mehr hergestellt. (Die Bezeichnung V2A wird heute für den Nachfolger 1.4301 (X5CrNi18-10) und dem klassischen Stahl für die Automatenbearbeitung 1.4305 (X8CrNiS18-9) verwendet).**

***V4A* (ähnlich V2A, jedoch zusätzlich mit 2 % Molybdän (Mo) legiert, was diesen Stahl widerstandsfähiger gegen Korrosion durch chloridhaltige Medien macht – Salzwasser, Schwimmbäder, chemische Industrie etc.) Die allgemeine Bezeichnung für V4A ist 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)**

Auch *VA-Stahl* leitet sich von diesen Bezeichnungen ab. Weniger verwendet werden die Stahlsorten V1A, V3A und V5A.

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Rostfreier_Stahl

ÉS MÉG SOK MÁS ÉRDEKESSÉG

Edelstahl (nach EN 10020) ist eine Bezeichnung für legierte oder unlegierte Stähle mit besonderem Reinheitsgrad, zum Beispiel Stähle, deren Schwefel- und Phosphorgehalt (sogenannte Eisenbegleiter) 0,025 % nicht überschreitet.

Ein Edelstahl muss nicht zwangsläufig den Anforderungen eines nichtrostenden Stahls entsprechen. Trotzdem werden im Alltag häufig nur rostfreie Stähle als Edelstähle bezeichnet. Der Legierungsanteil von niedrig- oder hochlegiertem Edelstahl ist jedoch genauestens definiert.

Die Stahlgruppennummern für Edelstähle nach EN 10027-2 kennen folgende Bezeichnungen:

10 bis 18 – unlegierte Edelstähle

20 bis 89 – legierte Edelstähle

ÉS MÉG SOK MÁS ÉRDEKESSÉG

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Edelstahl

DIN EN 10083-1:2006 Vergütungsstähle — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen

1 Anwendungsbereich

ANMERKUNG 4 Entsprechend EN 10020 handelt es sich bei den in EN 10083-2:2006 enthaltenen Stählen um Qualitäts- und Edelstähle und bei den in EN 10083-3:2006 enthaltenen Stählen um Edelstähle.

Die Edelstähle unterscheiden sich von den Qualitätsstählen nur durch:

– Mindestwerte der Kerbschlagarbeit im vergüteten Zustand (bei unlegierten Edelstählen nur bei mittleren Masseanteilen an Kohlenstoff von < 0,50 %);

– Grenzwerte der Härtbarkeit im Stirnabschreckversuch (bei unlegierten Edelstählen nur bei mittleren Massenanteilen an Kohlenstoff > 0,30 %);

– begrenzter Gehalt an oxidischen Einschlüssen;

– niedrigere Höchstgehalte für Phosphor und Schwefel.

MSZ EN 10083-1:1991+A1:2000 „Nemesíthető acélok. 1. rész: Nemesacélok műszaki szállítási feltételei (tartalmazza az A1:1996 módosítást)” Visszavont szabvány. Részlet

3. táblázat: Az acélminőségek és vegyi összetételük (adagelemzés)

Az acélminőség		Vegyi összetétel, tömegszázalék [1) 2) 3) 4)]									
jele	számjele	C [5)]	Si max.	Mn	P max.	S	Cr	Mo	Ni	V	Cr+Mo+Ni max. [5)]
C22E	1.1151	0,17–0,24	0,40	0,40–0,70	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
C22R	1.1149					0,020–0,040					
(C25E) [6)]	(1.1158)[6)]	0,22–0,29	0,40	0,40–0,70	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
(C25R) [6)]	(1.1163)[6)]					0,020–0,040					
(C30E) [6)]	(1.1178)[6)]	0,27–0,34	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
(C30R) [6)]	(1.1179)[6)]					0,020–0,040					
C35E	1.1181	0,32–0,39	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
C35R	1.1180					0,020–0,040					
(C40E) [6)]	(1.1186)[6)]	0,37–0,44	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
(C40R) [6)]	(1.1189)[6)]					0,020–0,040					
C45E	1.1191	0,42–0,50	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
C45R	1.1201					0,020–0,040					
(C50E) [6)]	(1.1206)[6)]	0,47–0,55	0,40	0,60–0,90	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
(C50R) [6)]	(1.1241)[6)]					0,020–0,040					
(C55E) [6)]	(1.1203)[6)]	0,52–0,60	0,40	0,60–0,90	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
(C55R) [6)]	(1.1209)[6)]					0,020–0,040					
C60E	1.1221	0,57–0,65	0,40	0,60–0,90	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
C60R	1.1223					0,020–0,040					
28Mn6	1.1170	0,25–0,32	0,40	1,30–1,65	0,035	max 0,035	max 0,40	max 0,10	max 0,40	–	0,63
38Cr2	1.7003	0,35–0,42	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	0,40–0,60	–	–	–	–
38CrS2	1.7023					0,020–0,040					
46Cr2	1.7006	0,42–0,50	0,40	0,50–0,80	0,035	max 0,035	0,40–0,60	–	–	–	–
46CrS2	1.7025					0,020–0,040					
34Cr4	1.7033	0,30–0,37	0,40	0,60–0,90	0,035	max 0,035	0,90–1,20	–	–	–	–
34CrS4	1.7037					0,020–0,040					
37Cr4	1.7034	0,34–0,41	0,40	0,60–0,90	0,035	max 0,035	0,90–1,20	–	–	–	–
37CrS4	1.7038					0,020–0,040					
Az 1–6) lábjegyzet a táblázat végén van											

Egyes anyagoknak többféle kristályos alakja is lehet, ezt a jelenséget allotrópiának nevezzük. Az anyagok különböző kristályos szerkezetű változatai a módosulatok, és jelölésükre a görög abc kezdő betűit használjuk. Az egyik kristályos szerkezetből a másikba való átalakulás a fémeknél jellemző és állandó hőmérsékleten megy végbe. Az átalakulás hőtartalom-változással jár, tehát a lehűlésgörbén töréspontnak kell jelentkeznie.

A vasnak például két allotróp átalakulása van. Lehűléskor először 1536 °C-on szabályos *térben középpontos* rácsszerkezetbe kristályosodik, majd 1392 °C-on átalakul *felületen középpontossá*, és végül 906 °C-on újból *térben középpontos* rácsszerkezetűvé válik. (Régebben a 769 °C-ot és a 720 °C-ot is átalakulási hőmérsékletnek tartották.) (*Palotás*, 1979.)

Így a vas allotróp módosulatai és átalakítási hőmérsékletei a következők:

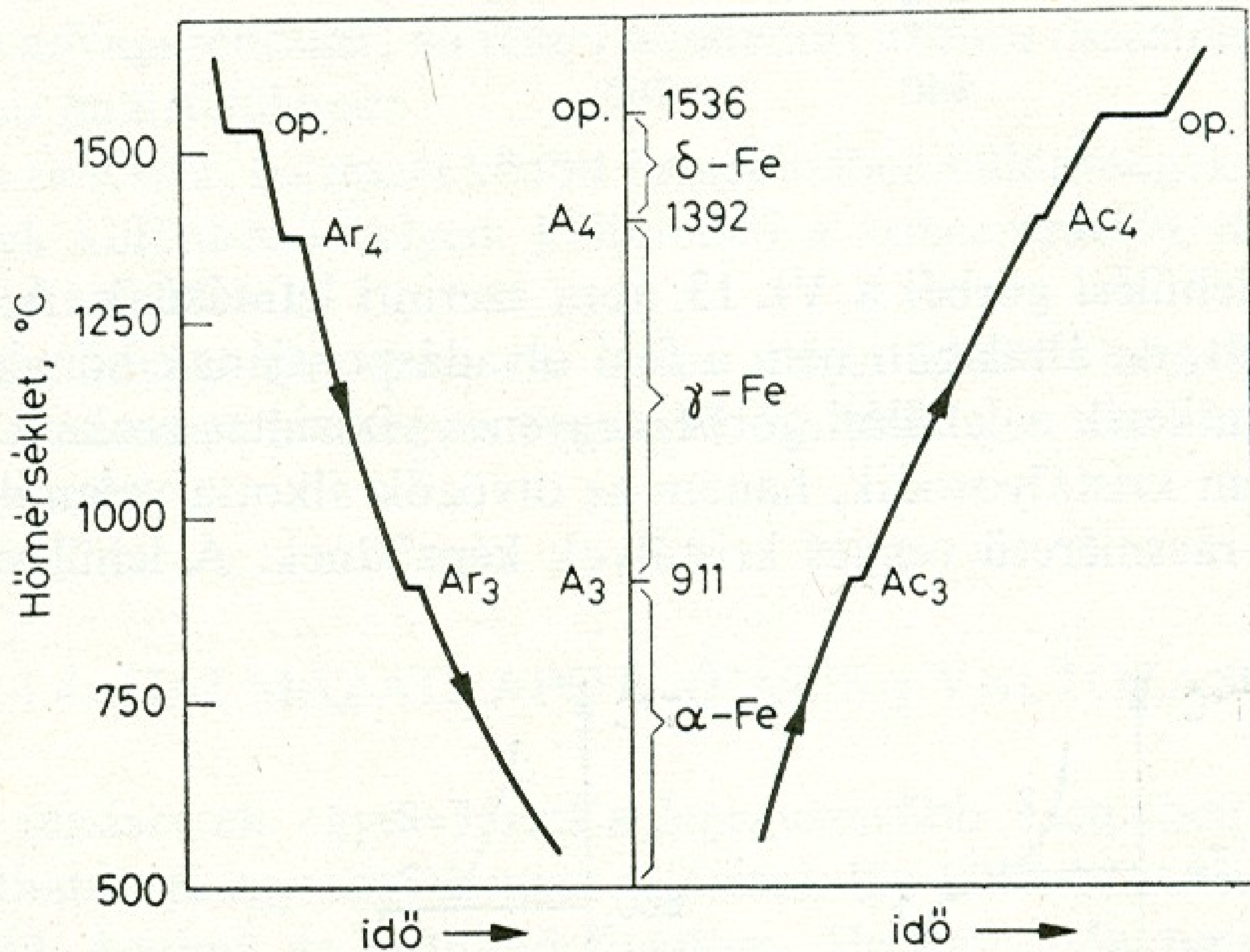
α-vas: -273 – 906 ºC

γ-vas: 906 – 1392 °C

δ-vas: 1392 – 1536 °C

Az átalakulási hőmérsékletek a felfűtés, illetve a lehűlés alkalmával kissé eltérnek egymástól, ezért a hevítéskor „C" jelölést (például: A_{C4}), a hűléskor „r" jelölést (például: A_{r3}) alkalmazunk.

Az acél lehűlési és hevítési görbéit a következő (VI. 12.) ábrán mutatjuk be (*Palotás*, 1979.).



VI. 12. ábra

A vas lehűlési és hevítési görbéje ([31], 41)

***Palotás L.*: Mérnöki szerkezetek anyagtana**
2. kötet. Budapest, 1979.

Rozsdamentes acélok csoportosítása

Az ötvözők – melyek közül a króm a legjelentősebb – nem csak közvetlen hatással vannak a rozsdamentes acél tulajdonságaira, hanem az acél szövetszerkezetét is különböző módon alakítják.

Az ötvözetlen, tiszta vas kétféle rácsalakban fordul elő:

- **906 ºC alatt *tércentrált köbös* szerkezetű ferrit kristály (*α*-vas) és**
- **906 ºC feletti hőmérsékleten *felület-* vagy *lapcentrált köbös* szerkezetű ausztenit kristály (*γ*-vas)**

alakjában.

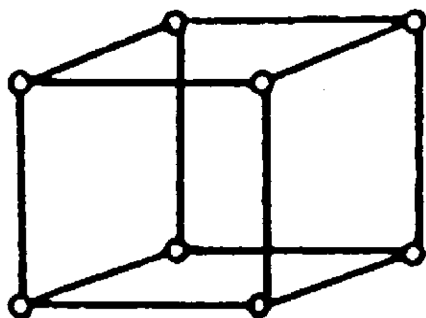
Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Ferrit

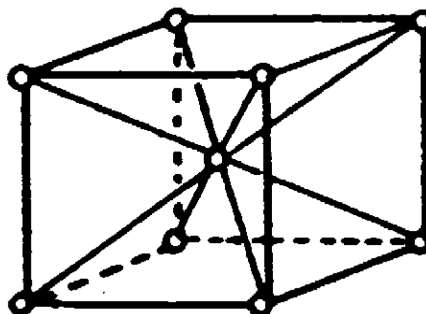
A köbös rács elemi cellái

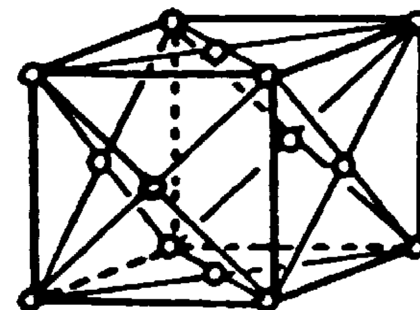
a) Az egyszerű köbös cellában az atomok egy kocka csúcsain helyezkednek el,

b) a *tércentrált* cellában még a kocka középpontjában is van egy atom (ilyen szerkezetű a ferrit kristály, α-vas),

c) a *lapcentrált* cellában a kocka csúcsain és az oldallapok átlóinak metszéspontjában helyezkednek el az atomok (ilyen szerkezetű az ausztenit kristály, γ-vas) .



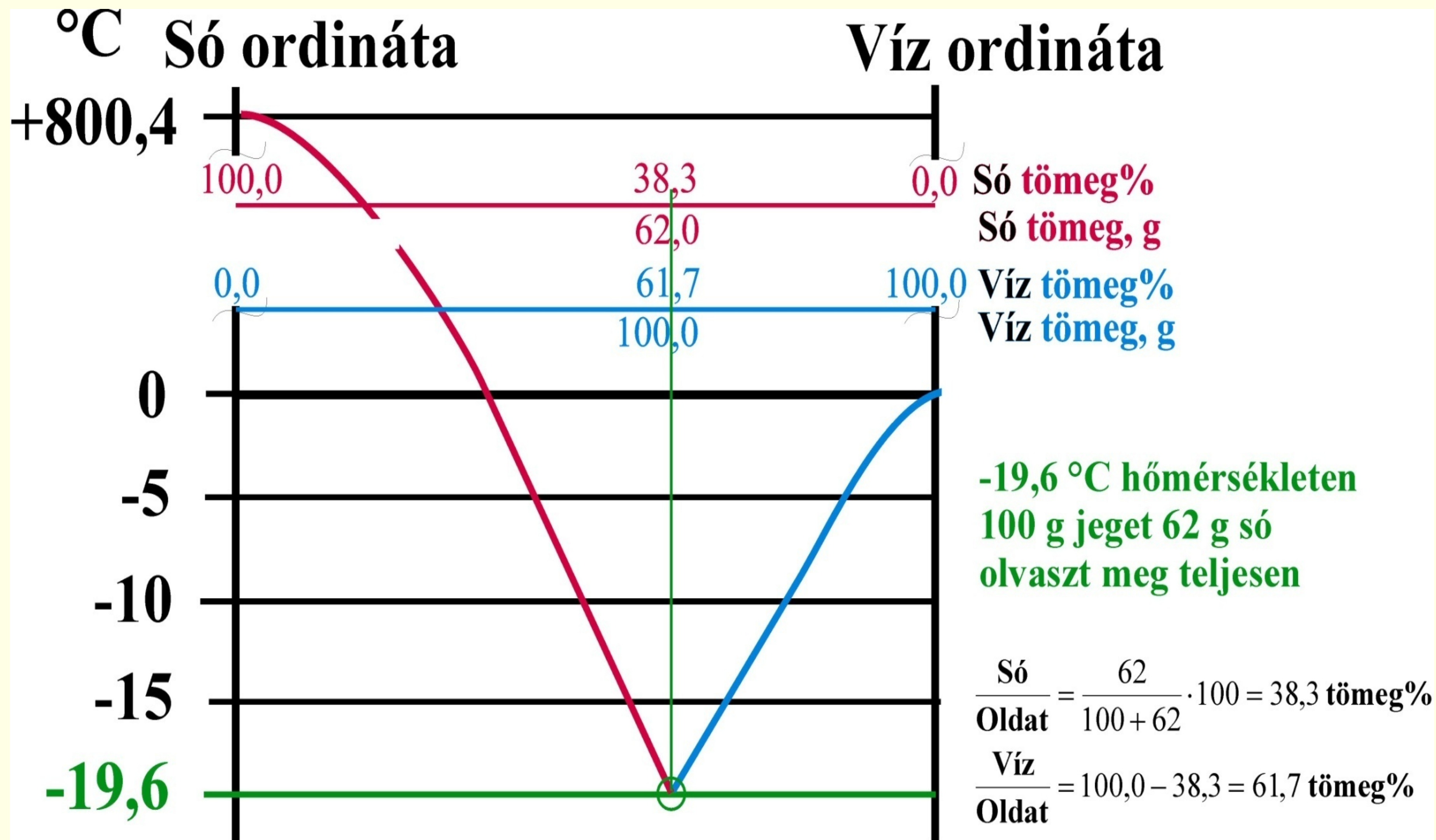




Termodinamikai egyensúlyi állapotban ugyanilyen a rozsdamentes acél rácsfelépítése is, csak az ötvözők hatására a térrács különbözőképpen módosul.

Hőkezelés hatására további szövetszerkezeti állapotok jönnek létre. A különböző szövetszerkezetekhez különböző acél tulajdonságok tartoznak.

Idézzük emlékezetünkbe a só (NaCl) – víz állapotábráját.



°C **Só ordináta** **Víz ordináta**

+800,4

100,0



0,0 **Só tömeg%**

Só tömeg, g

0,0

100,0 **Víz tömeg%**

Víz tömeg, g

0

-5

-10

-15

-19,6

-10 °C hőmérsékleten 100,0 g jeget 28,2 g só olvaszt meg teljesen

$$\frac{\textbf{Só}}{\textbf{Oldat}} = \frac{28{,}2}{100 + 28{,}2} \cdot 100 = 22{,}0 \ \textbf{tömeg\%}$$

$$\frac{\textbf{Víz}}{\textbf{Oldat}} = 100{,}0 - 22{,}0 = 78{,}0 \ \textbf{tömeg\%}$$

°C Só ordináta | Víz ordináta

+800,4

100,0 | 13,0 | 0,0 Só tömeg%

14,9 Só tömeg, g

0,0 | 87,0 | 100,0 Víz tömeg%

100,0 Víz tömeg, g

0

-5

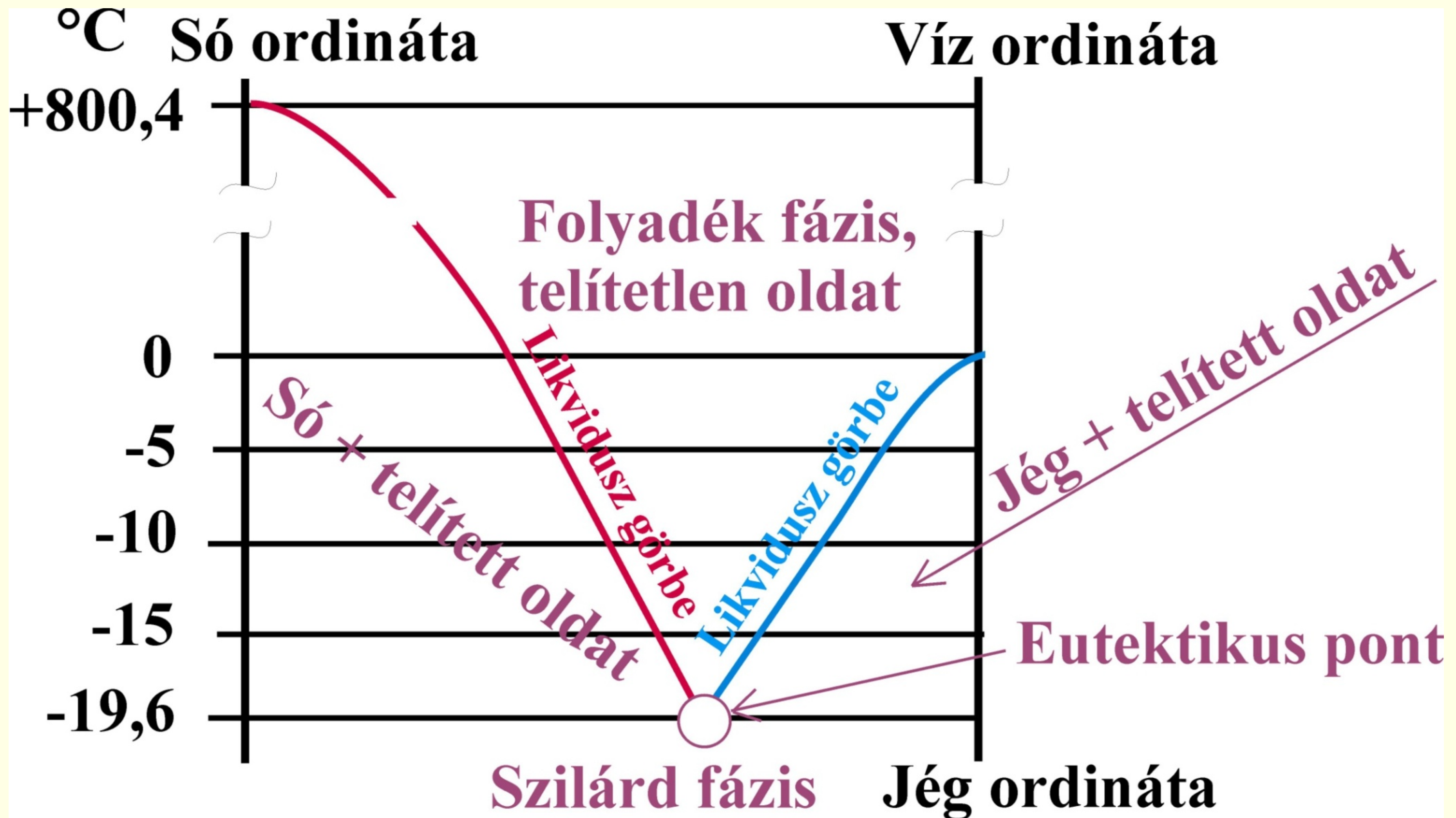
-10

-15

-19,6

Ha -10 °C hőmérsékleten 100,0 g jeget 28,2 g só olvaszt meg teljesen, akkor 14,9 g só x = 14,9·(100/28,2) = 52,8 g jeget olvaszt meg vízzé, és 100 - 52,8 = 47,2 g jég marad

Tehát 14,9 (só) + 52,8 (víz) = 67,7 g oldatot (sólevet) kapunk, és marad 47,2 g el nem olvadt jég, amely összesen: 67,7 + 47,2 = 114,9 g (megegyezik a kiindulási 100 g jég és 14,9 g só összegével


°C
Só ordináta
Víz ordináta
+800,4
Folyadék fázis,
telítetlen oldat
0
-5
-10
-15
-19,6
Só + telített oldat
Likvidusz görbe
Likvidusz görbe
Jég + telített oldat
Eutektikus pont
Szilárd fázis
Jég ordináta

Az acél szövetében egyensúlyi állapotban előforduló fázisok és szövetelemek:

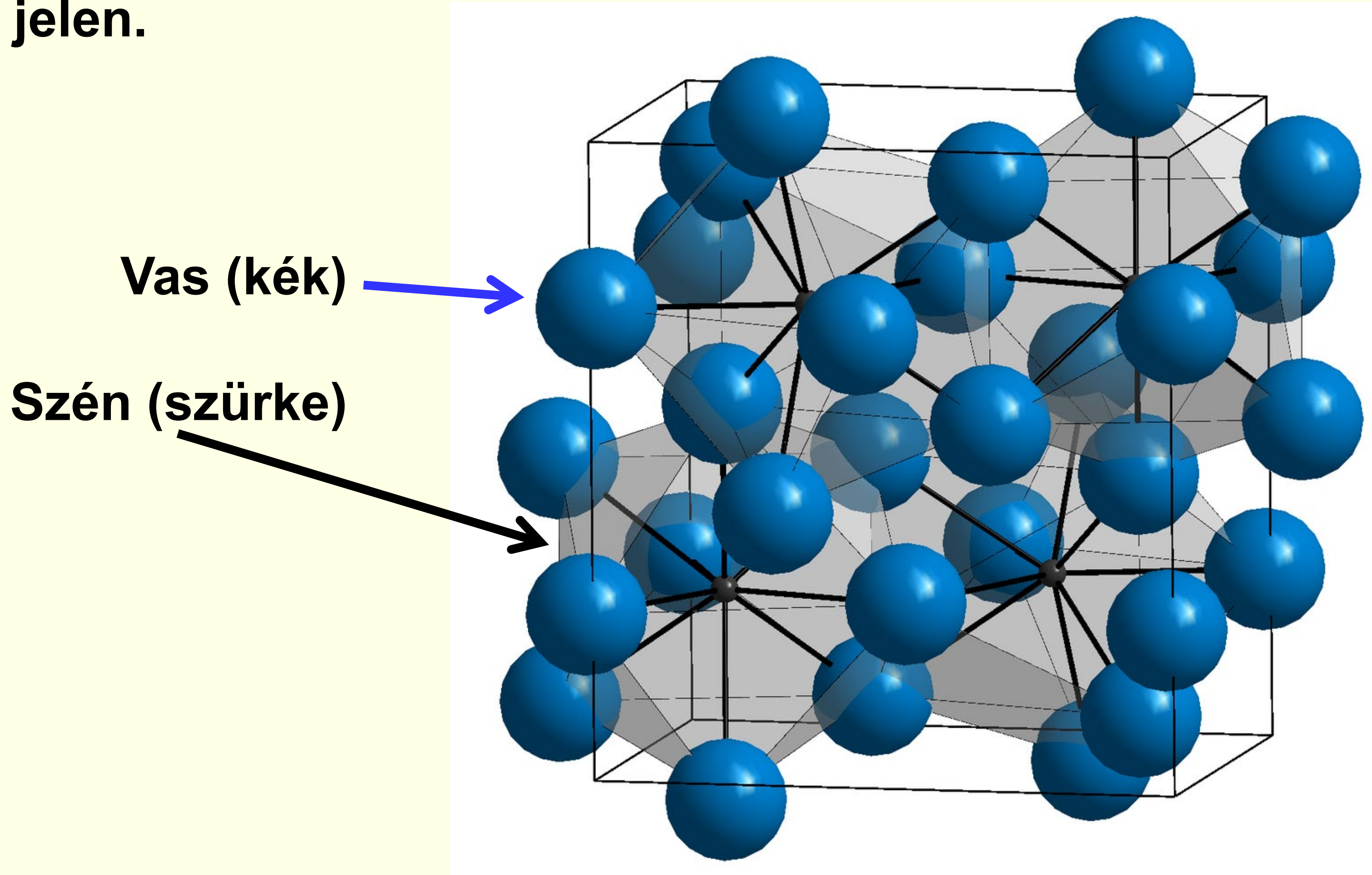
Ferrit vagy *α*-vas: A diagram *G*, *P* és a szobahőmérsékleten jelölt *Q* pontjai közötti keskeny sávjában állandó. 727 °C-on 0,0218%, szobahőmérsékleten 0,007% szenet old. Acélban az *S* pontnak megfelelő 0,77% szenet tartalmazó *hipoeutektoidos* ötvözetekben fordul elő.

Ausztenit vagy *γ*-vas: Az *NJSEG* területen belül állandó, szenet vagy más ötvözőelemeket tartalmaz oldva.

Cementit vagy vaskarbid, Fe_3C: Három változatban fordul elő: az *elsődleges* vagy *primer* cementit a *C* ponttól „jobbra”, *azaz* a 4,3%-nál nagyobb karbontartalmú *hipereutektikus* ötvözetekben kristályosodik (értelemszerűen 1148 °C fölött). A *másodlagos* vagy *szekunder* cementit a 0,77%-nál nagyobb C-tartalmú ausztenitből válik ki az 1148–727 °C hőmérsékletközben. A *tercier* vagy *harmadlagos* cementit a ferritből alakul ki 727 °C alatt.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

A cementit a vas és szén igen kemény vegyülete, vaskarbid (Fe_3C). A cementitben a szén kötött formában van jelen.



Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Zementit

Ledeburit: Az ausztenit és a cementit *eutektikuma*, amely 1148 °C-on kristályosodik 4,3% C-tartalommal (*C* pont).

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

Az eutektikum két vagy több komponens (elem vagy vegyület) elegye, amelynek létezik egy vagy több olyan összetétele amely a tiszta komponensek olvadáspontjánál alacsonyabb hőmérsékleten olvad meg. A kifejezés görög eredetű, jelentése „könnyen olvadó”. Az eutektikum egy ötvözettípus.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eutektikum

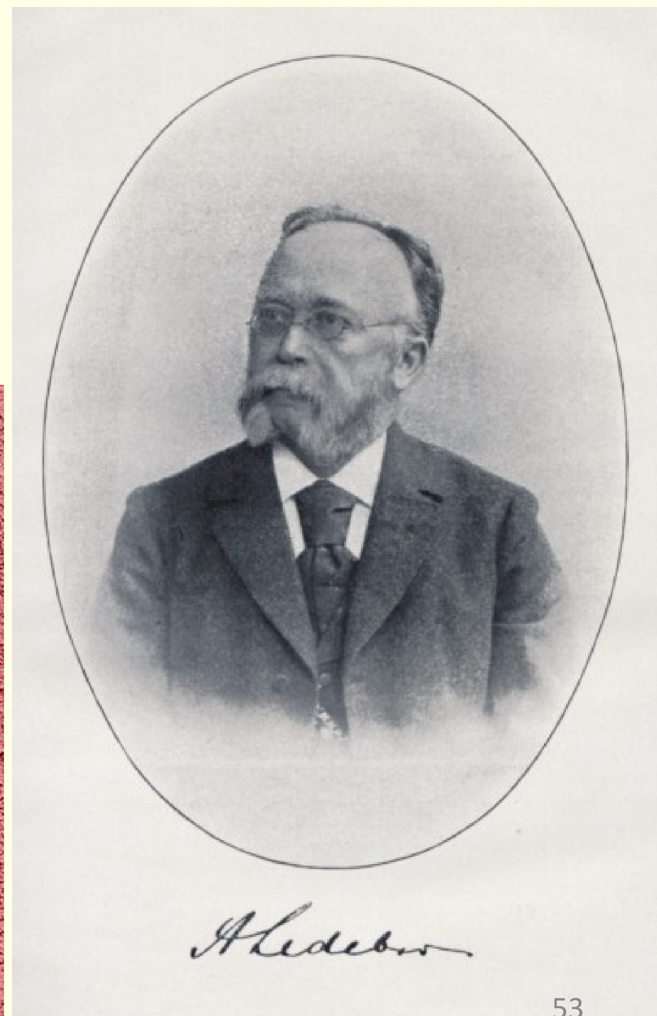
Az eutektoid két komponens, azaz (elem és/vagy vegyület) és/vagy szilárd oldat szilárd halmazállapotú keveréke. Az eutektoidot kétféle, eltérő összetételű szilárd oldatból álló kristálykák keveréke alkotja. Az eutektoid egy ötvözettípus.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eutektoid

A 2,06 – 6,67 tömeg% széntartalmú vas neve: ledeburit. Nevét felfedezőjéről – *Karl Heinrich Adolf Ledebur* (1837–1906) német kohászról – kapta. A ledeburit kétféle formában előforuló fázis-keverék, 1147 ^{0}C alatt ausztenit és cementit (ledeburit I), 723 ^{0}C alatt perlit és cementit (ledeburit II) alkotja.

A vas-szén fázisdiagramban az ECF-vonal jeleníti meg. Az eutektikus keverékben a széntartalom 4,3 tömeg%, az olvadási hőmérséklet (eutektikus pont, „C”) 1147 ^{0}C.





Perlit: A ferrit és a cementit *euektoidja*, ami 727 °C-on jön létre (*S* pont). Szerkezete lemezes, ami annál finomabb, mennél gyorsabb lehűlés közben alakul ki (régebben megkülönböztették *szorbit* és *trosztit* nevű változatait, idejétmúlt elnevezések). A perlitnek van szemcsés szerkezetű változata is, ez edzett és megeresztett acélban mutatható ki.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

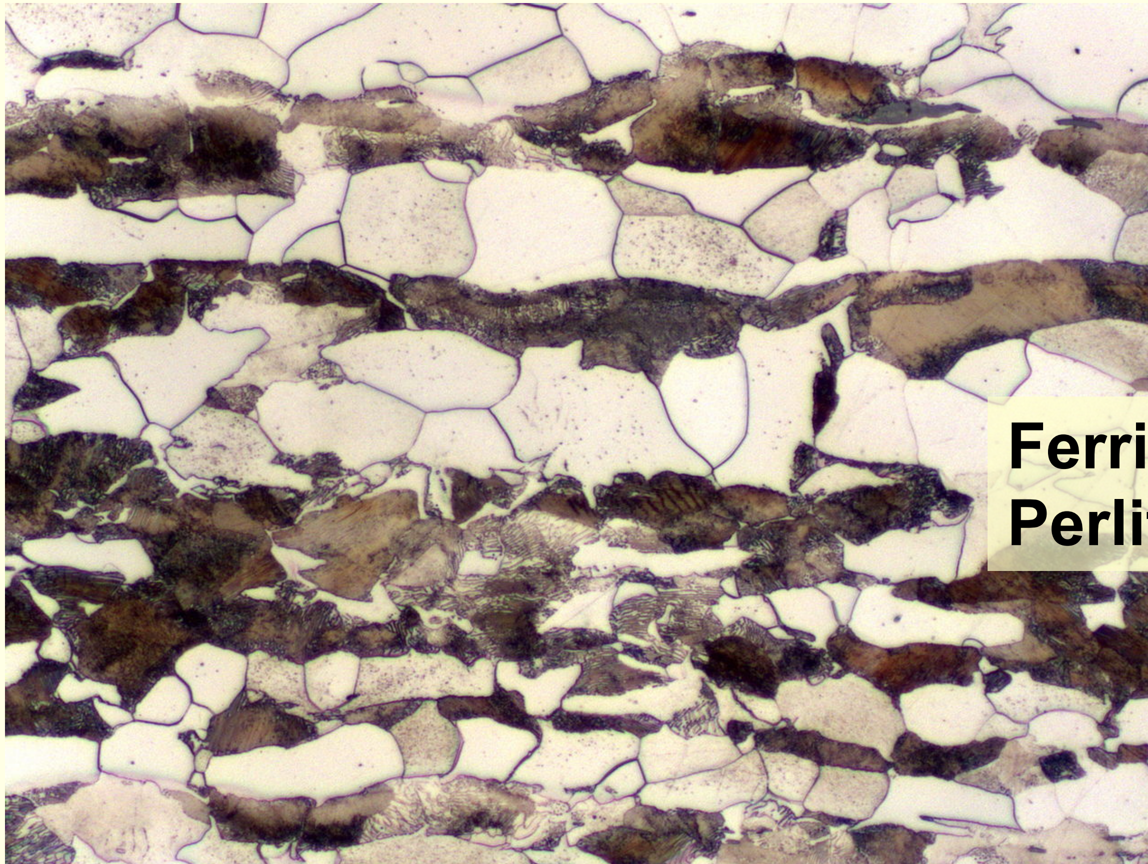
Az eutektoid két komponens, azaz (elem és/vagy vegyület) és/vagy szilárd oldat szilárd halmazállapotú keveréke. Az eutektoidot kétféle, eltérő összetételű szilárd oldatból álló kristálykák keveréke alkotja.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eutektoid

A szilárd oldatban a fém és az oldódó anyag atomjai közös kristályrácsba rendeződnek, az oldó anyag rácsszerkezetének megfelelően. A szilárd oldat egy ötvözettípus.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Fémek

A **perlit** a ferrit és a cementit fáziskeveréke, amely a vas-szén ötvözetben 0,02 tömeg% és 2,06 tömeg% közötti széntartalom esetén jelenik meg. Az eutektikus hőmérséklete 0,83 tömeg% széntartalom esetén 723 ^{0}C.



0,35 tömeg% széntartalmú ferrites-perlites szövetszerkezet

Ferrit kristályok (világos)
Perlit lamellák (sötét)

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Perlit_(Stahl)

Az egyensúlyi állapotban elő nem forduló szövetelemek:

Martenzit: Az acél edzésekor jön létre ausztenitből. A γ-vas átalakul α-vassá, de az ausztenit oldott karbontartalma továbbra is oldva marad. A martenzit metastabil (nem egyensúlyi állapotú) anyag, szénnel túltelített *α*-vas. A szénatomok térközpontú tetragonális szerkezetté torzítják a *kockarácsot*. A martenzit igen kemény és rideg szövetelem.

Bénit: 727 °C alatt, az átalakulás befejeződéséig való hőn-tartása során képződik. Ferritbe ágyazott karbidkristályok alkotják.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

Martenzitnek általában a diffúzió nélküli, rácsátbillenéssel lezajló átalakulási folyamatok termékét szokás nevezni. A felületen középpontos rácsú ausztenitből térben középpontos rácsú, tetragonális rácsú, illetve szoros illeszkedésű, hexagonális rácsú martenzit keletkezhet.

Forrás: (*Dr. Hári László*)

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_anyagszerkezettan_es_anyagvizsgalat/12_5_a_martenzit_kepzodese.html

Azt a hőmérsékletet, amelyen a martenzit képződése megindul, M_S hőmérséklettel, az átalakulás befejező hőmérsékletét M_F hőmérséklettel jelöljük. Az M_S hőmérsékletet az átalakuló ausztenit összetétele, legerőteljesebben pedig a karbon határozza meg (lásd a következő diakockát).

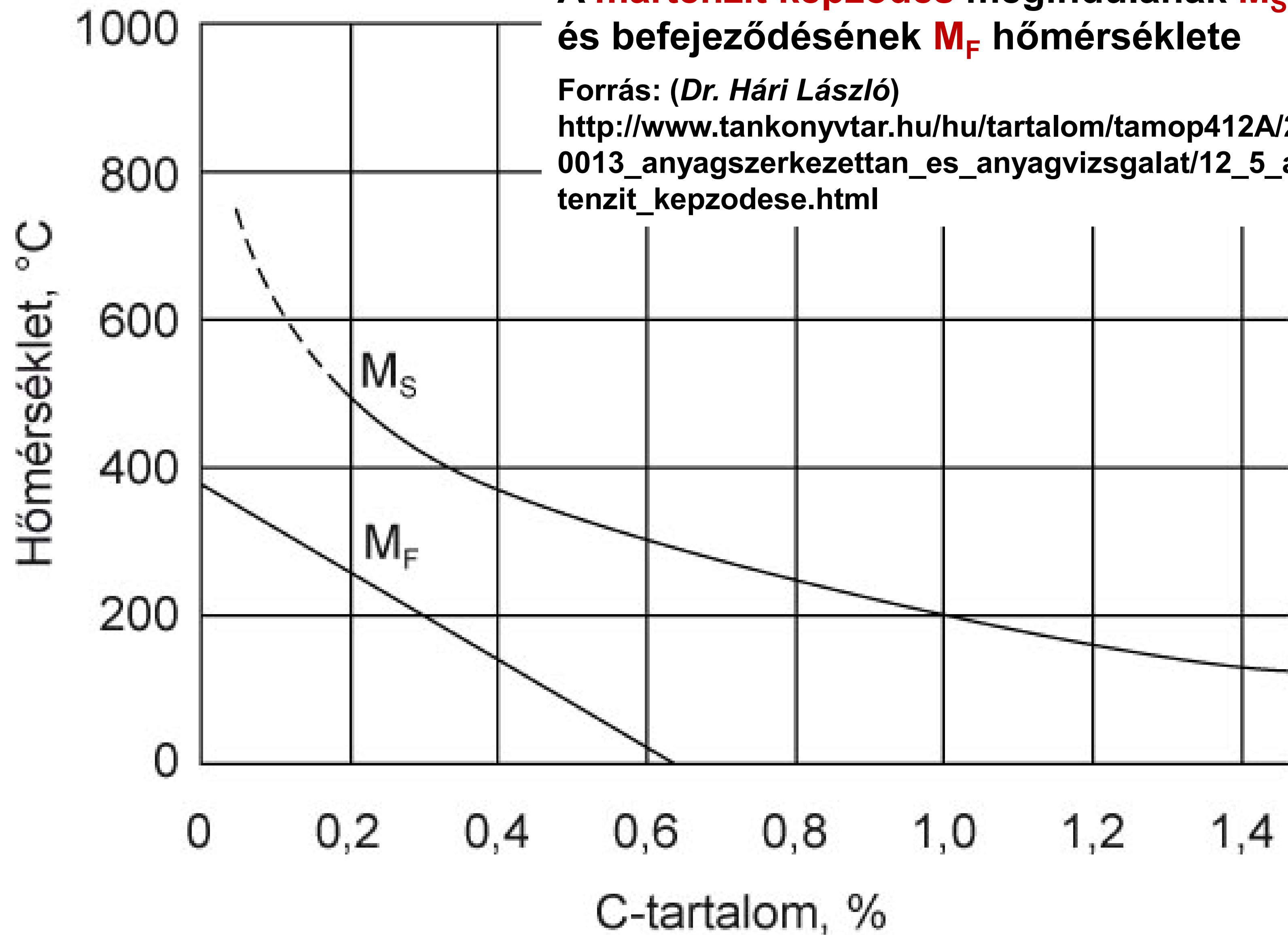
A martenzites átalakulás kezdő és befejező hőmérséklete a lehűlési sebességtől független.

A martenzites átalakulás egyik leglényegesebb vonása az, hogy a képződött martenzit mennyisége csak attól a hőmérséklettől függ, amelyre az acélt lehűtöttük, de független az átalakulás hőmérsékletén eltöltött időtől.

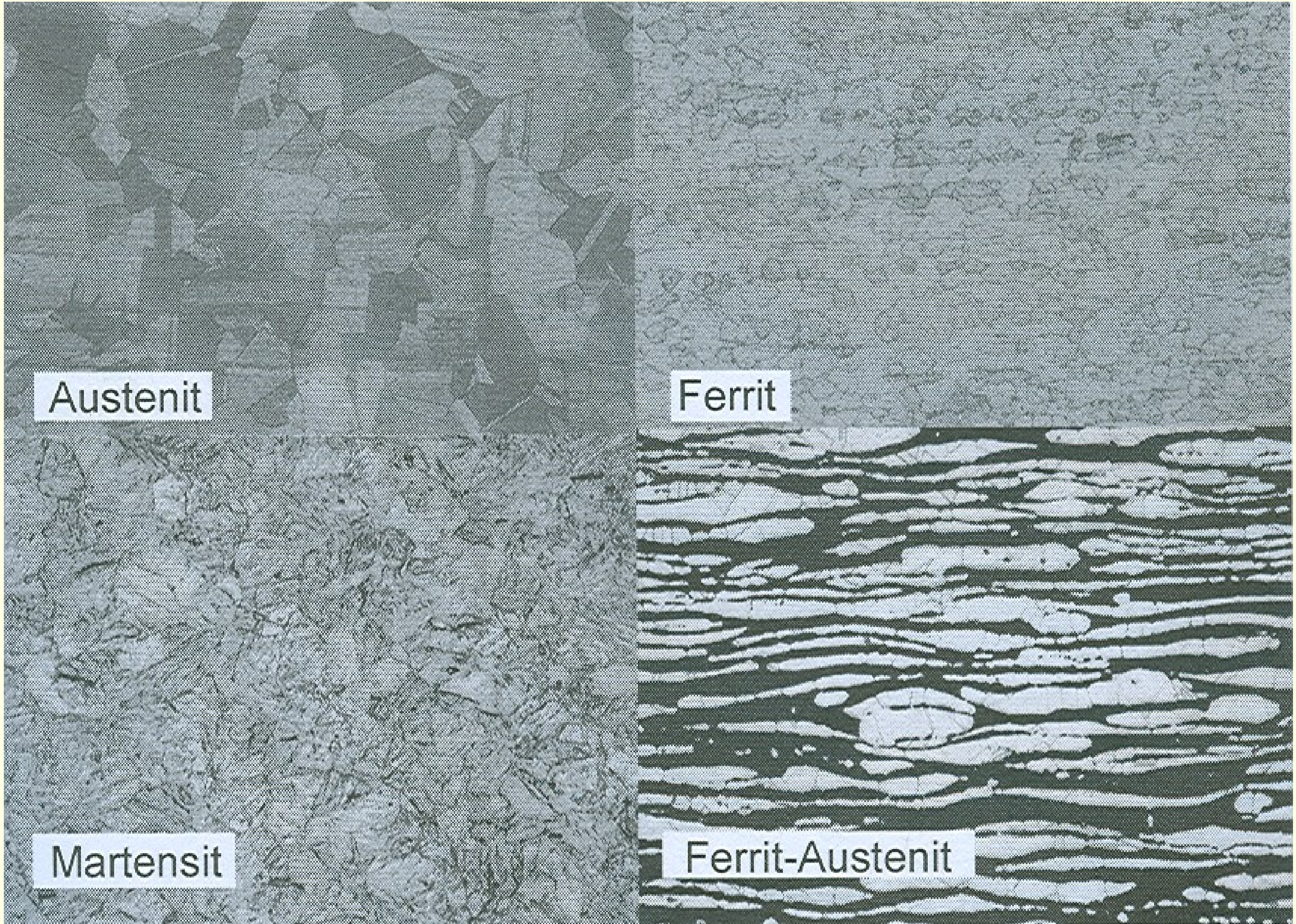
A martenzit képződése tehát nem diffúziós jellegű folyamat, ezért nem szükséges hozzá csíraelem .

További jellemzője az martenzites átalakulásnak, hogy irreverzibilis, azaz nem megfordítható folyamat, vagyis a martenzitből hevítéskor nem keletkezik ausztenit.

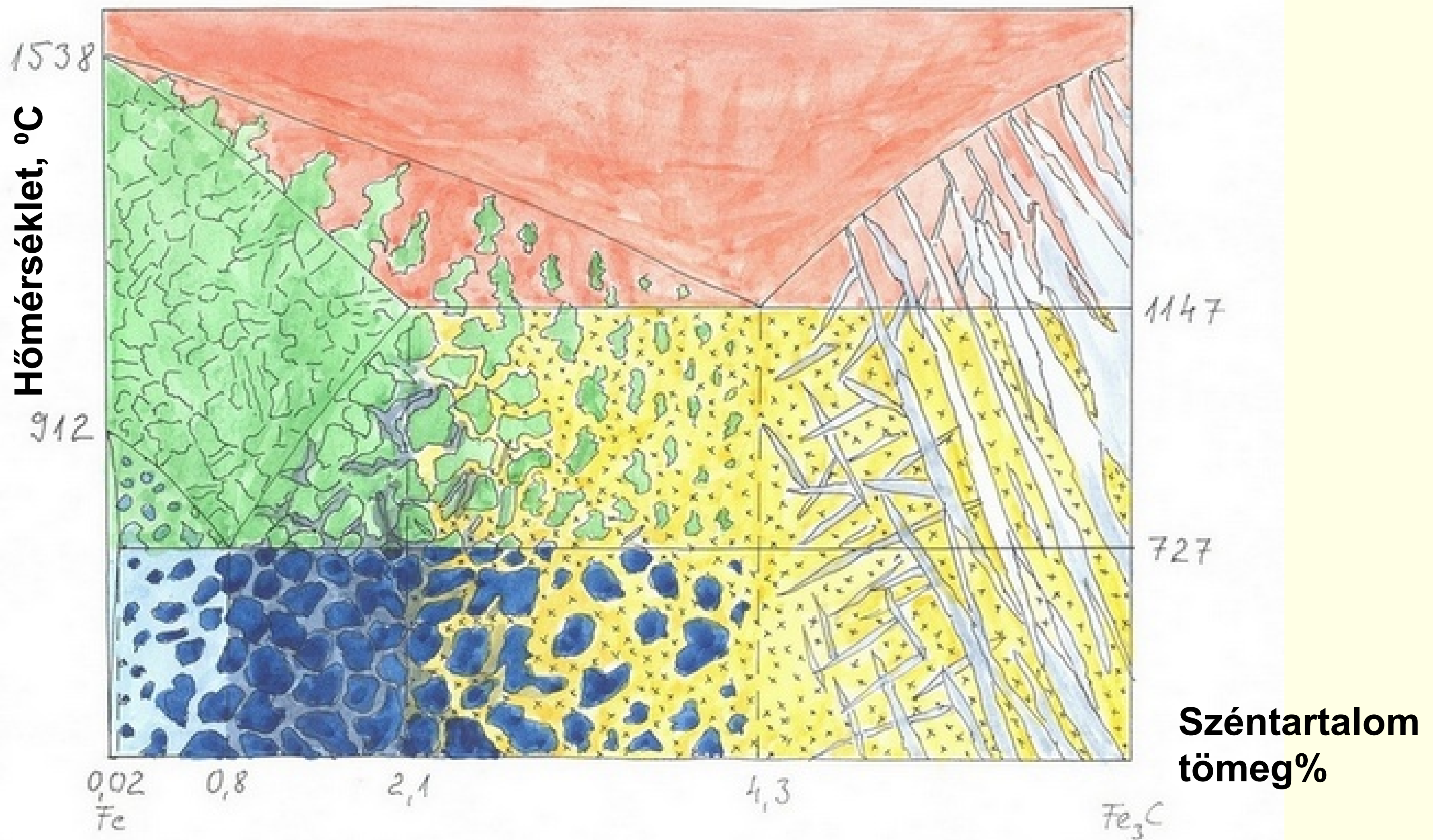
Forrás: (*Dr. Hári László*)
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_anyagszerkezettan_es_anyagvizsgalat/12_5_a_martenzit_kepzodese.html


A martenzit képződés megindulának M_S
és befejeződésének M_F hőmérséklete
Forrás: (*Dr. Hári László*)
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0013_anyagszerkezettan_es_anyagvizsgalat/12_5_a_martenzit_kepzodese.html
1000
800
600
400
200
0
Hőmérséklet, °C
M_S
M_F
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
C-tartalom, %

A szövetszerkezeti tulajdonságok alapján a rozsdamentes acélokat ma a következőképpen csoportosítjuk: ferrites, martenzites, ausztenites, ferrites-ausztenites acélok.



Forrás: ***Gümpel, P.*** **et al: Rostfrei Stähle. Expert Verlag. Renningen, 2016.**



A vas-szén (vas-cementit) fázisdiagram szövetszerkezettel. A színkód a következő: piros - olvadék, zöld - ausztenit, szürke - cementit, sárga - ledeburit, világoskék - ferrit, sötétkék - perlit. Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Ferrit

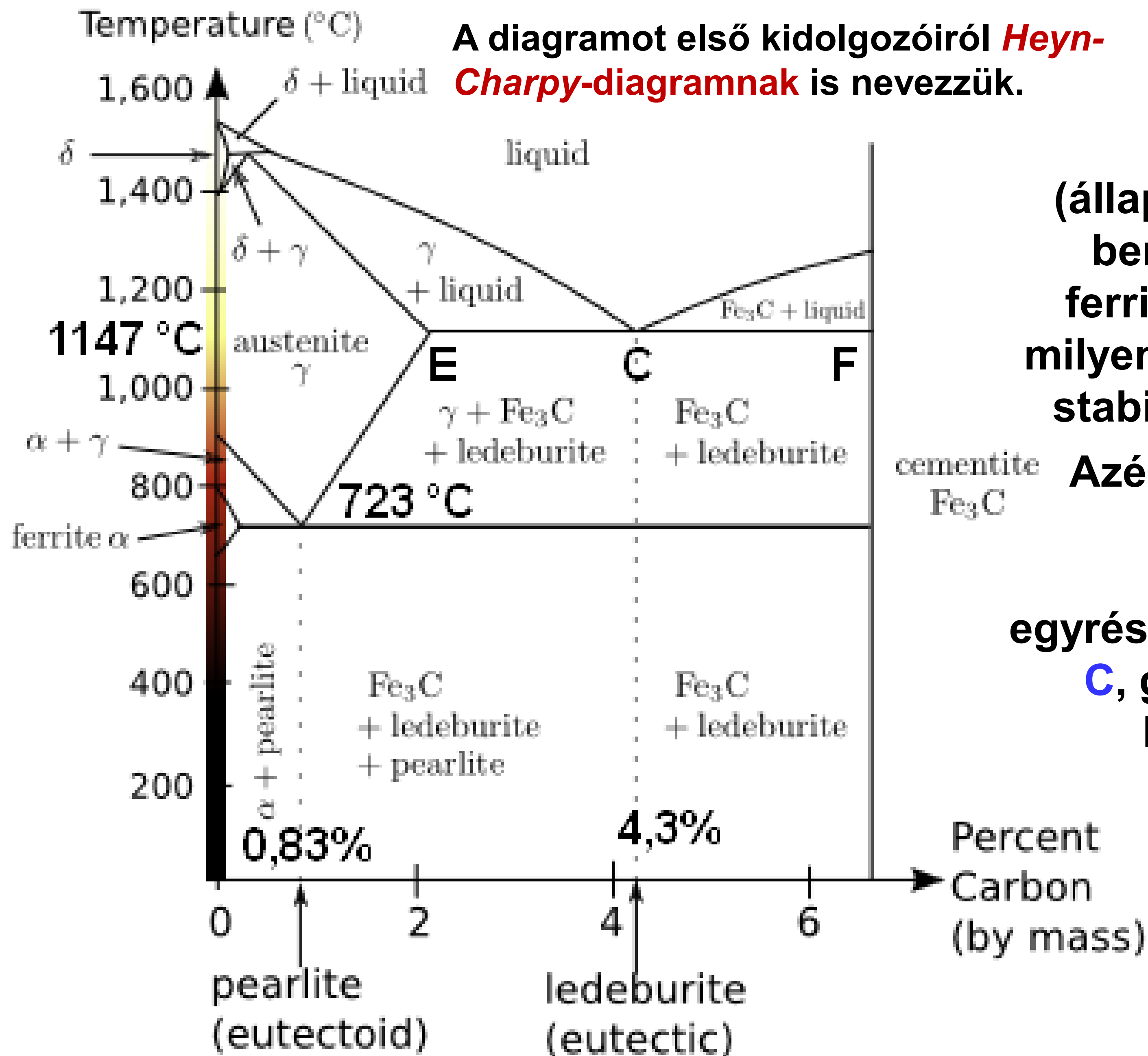
Vas-szén állapotábra (lásd a következő diakockát) jelölései:

A = perlit, eutektoid
B = ledeburit, eutektikum
a = α + perlit
b = Fe_3C + ledeburit + perlit
c = Fe_3C + ledeburit
d = cementit (Fe_3C) + grafit
e = ferrit, α
f = $\alpha + \gamma$

g = ausztenit, γ
h = γ + Fe_3C + ledeburit
i = Fe_3C + ledeburit
j = γ + folyékony
k = folyékony
l = folyékony + Fe_3C
m = $\delta + \gamma$
n = δ
o = δ + folyékony

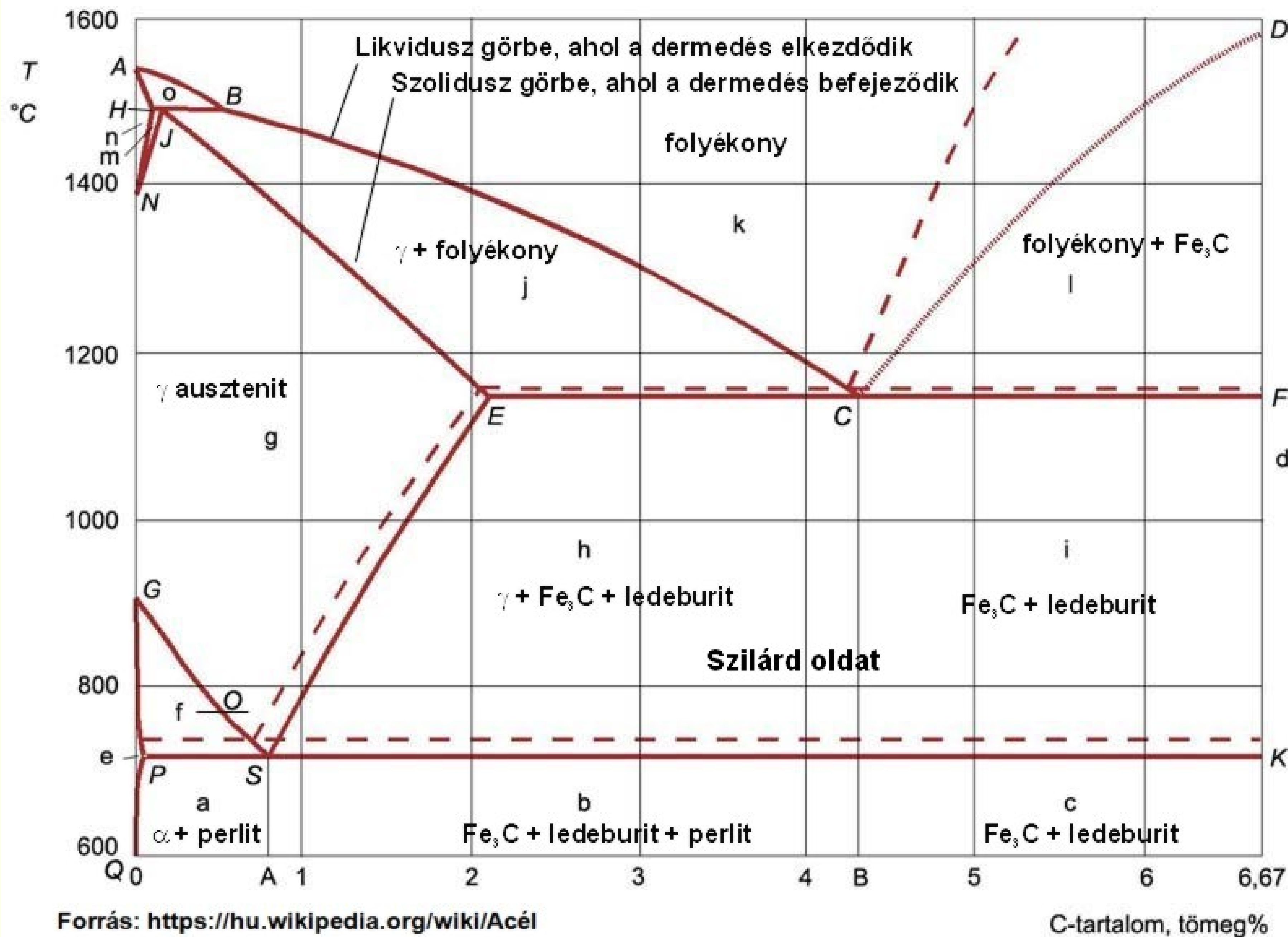
Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

A diagramot első kidolgozóiról ***Heyn-Charpy*-diagramnak** is nevezzük.



A **vas-szén „metastabil” fázisdiagramja** (állapotábra), amely bemutatja, hogy a ferrit, vagy alfa-vas milyen tartományban stabil az acélokban.

Azért „metastabil”, mert a szén az ötvözetekben egyrészt, mint szabad C, grafit, másrészt Fe_3C (cementit) vegyületben, vaskarbidként, kötött C formában van jelen.



Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Acél

Ötvöző elemek

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

– **Legierungselemente:**

Buchstaben = Chemische Symbole für die den Stahl charakterisierenden Legierungselemente[1], gefolgt von Zahlen, getrennt durch Bindestriche, die dem mittleren Gehalt der Elemente, multipliziert mit den nachstehenden Faktoren entsprechen.

Element	Faktor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

[1] Die Reihenfolge der Symbole muss nach abnehmendem Wert des Gehaltes geordnet sein; wenn die Werte für den Gehalt von 2 oder mehr Elementen gleich sind, sind die entsprechenden Symbole in alphabetischer Reihenfolge anzugeben.

Ötvöző elemek

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

– **Alloying elements:**

Letters = chemical symbols indicating alloying elements[1] that characterize the steel followed by: numbers, separated by hyphens, representing respectively the average percentage content of the elements multiplied by the following factors

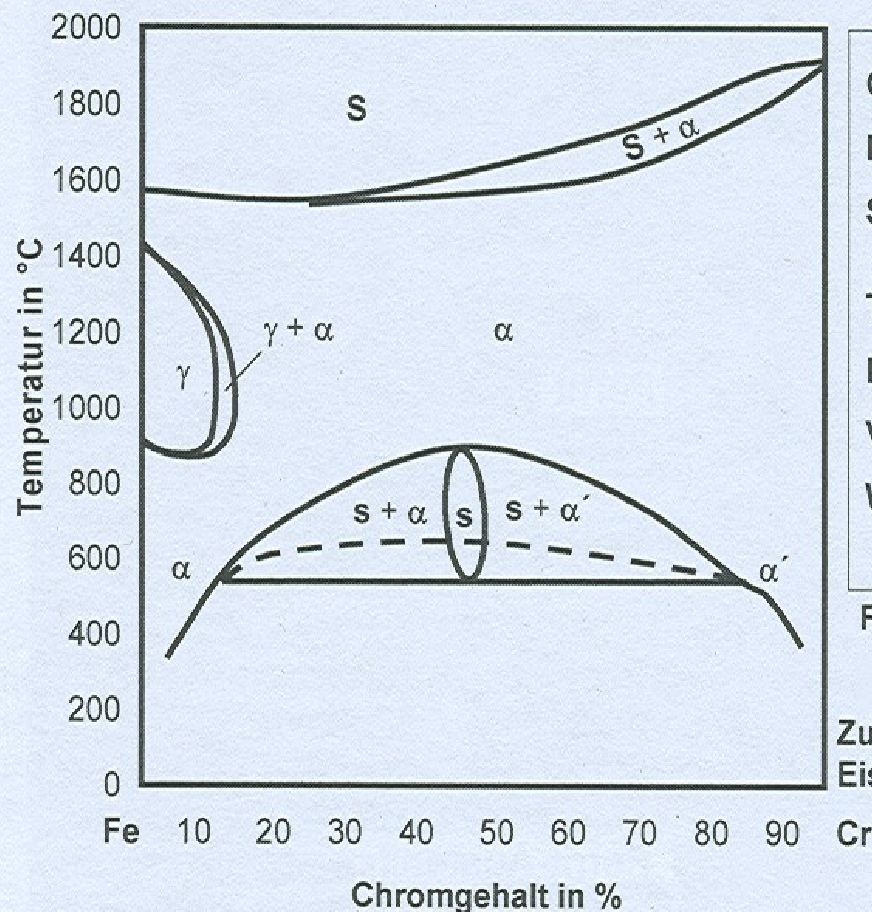
Element	Factor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1 000

[1] The sequence of symbols shall be in decreasing order of the values of the average percentage content; where the values of contents are the same for two or more elements, the corresponding symbols shall be indicated in alphabetical order.

Ötvözők hatása a szövetszerkezetre

FERRIT-KÉPZŐ ÖTVÖZŐK

Króm. **A rozsdamentes acélok krómtartalma mintegy 10-30 tömeg%. A króm a *ferrit-képzők* csoportjába tartozik. A vas-króm állapotábrán (egyensúlyi diagramon) az α-fázis nagy területet foglal el, és a *γ*-fázis beszűkül.**



Chrom
Molybdän
Silicium
Titan
Niob
Vanadium
Wolfram

Ferritbildend auch durch Abbinden der Austenitbildner Kohlenstoff und Stickstoff

Ferritbildende Legierungselemente

Zustandsschaubild Eisen-Chrom

Ferrit-képzők, azáltal is, hogy megkötik az ausztenit-képző szenet és nitrogént

Vas-króm állapotábra és ferrit-képző ötvöző elemek (*Gümpel* et al. 2016)

Ötvözők hatása a szövetszerkezetre

FERRIT-KÉPZŐ ÖTVÖZŐK

Molibdén. ***Ferrit-képző*** **ötvöző. Különösen a halogéntartalmú oldatok okozta lyukkorrózió elleni védelmet fokozza.**

Volfrám. Hatása a molibdénéhez hasonló.

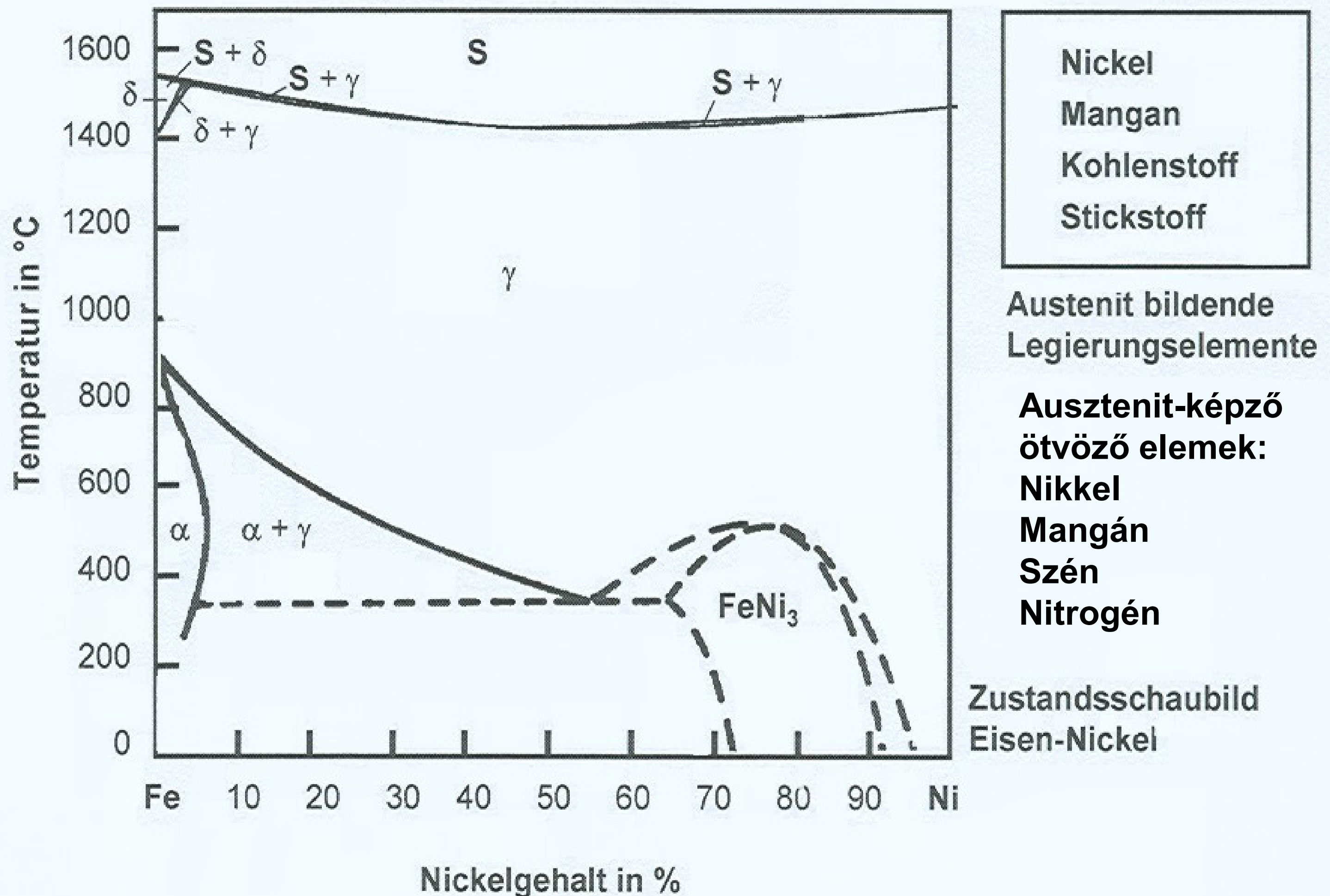
Szilícium. ***Ferrit-képző*** **ötvöző. A rozsdamentes acélok szilíciumtartalma általában kevesebb, mint 1 tömeg%. A hőálló acélok reveképződését csökkenti, ha azok szilíciumtartalma mintegy 2 tömeg%. Nagyobb szilíciumtartalma legfeljebb 5 tömeg%-ig a különleges acéloknak, mint például az erős salétromsav (HNO_3) hatásának ellenálló acéloknak van.**

Titan, nióbium, vanádium és volfrám a ferrites elegykristályt stabilizálja közvetlenül azáltal, hogy maga is ***ferrit-képző*****, és közvetve azáltal, hogy megköti az erősen ausztenit-képző szenet és nitrogént.**

Ötvözők hatása a szövetszerkezetre

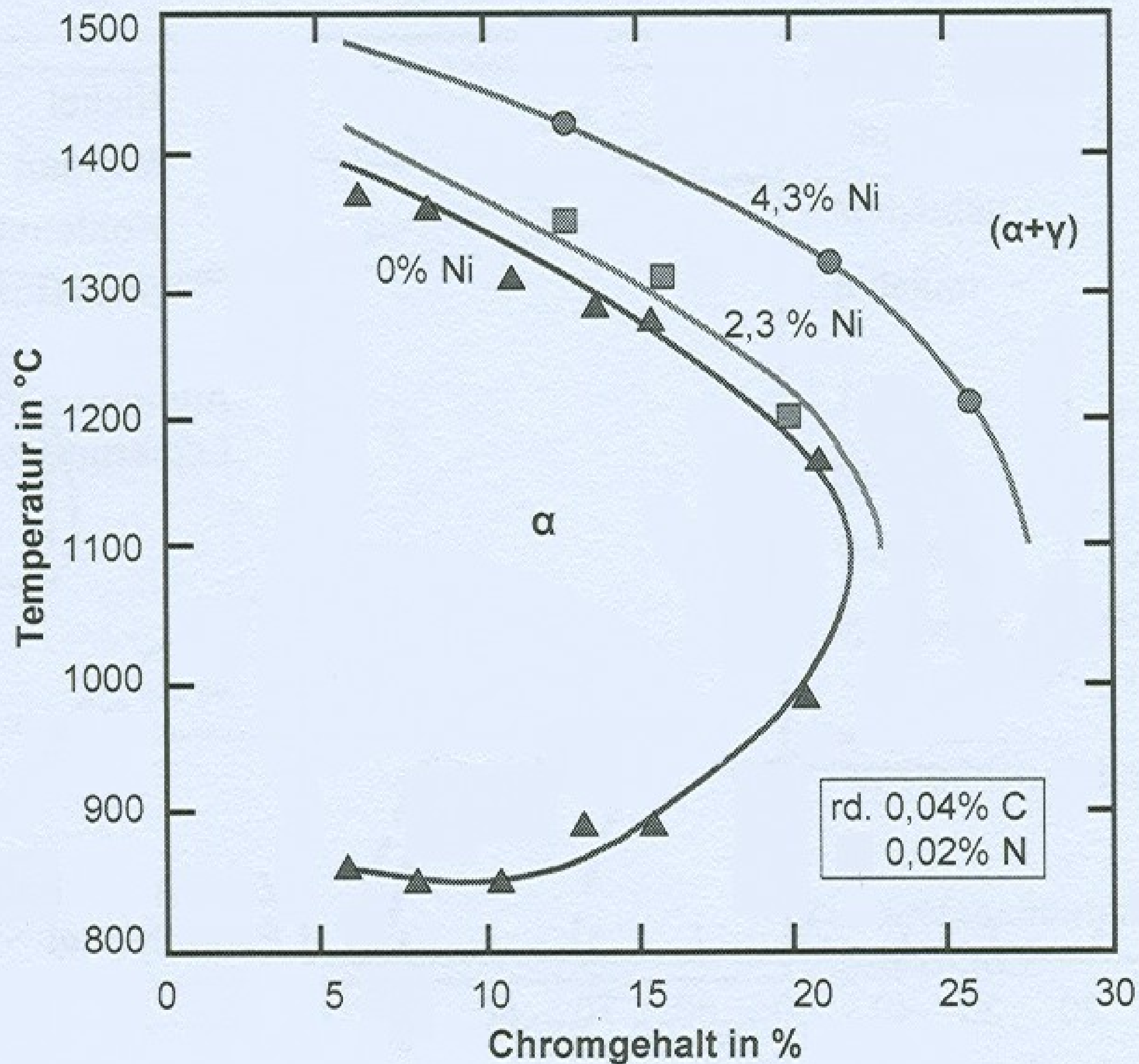
AUSZTENIT-KÉPZŐ ÖTVÖZŐK

Nikkel. **A króm mellett az ausztenites acélok legfontosabb ötvöző anyaga. A vassal a γ-elegykristályok teljes sorát alkotja, és ezáltal erős *ausztenit-képző*.**



Ausztenit-képző ötvöző elemek:
Nikkel
Mangán
Szén
Nitrogén

Vas-nikkel állapotábra és ausztenit-képző ötvöző elemek (*Gümpel* et al. 2016)



Nikkel hatására eltolódó (α+γ)-fázis és α-fázis tartomány közötti határgörbe a vas-króm állapotábrán (*Gümpel* et al. 2016)

Ötvözők hatása a szövetszerkezetre

AUSZTENIT-KÉPZŐ ÖTVÖZŐK

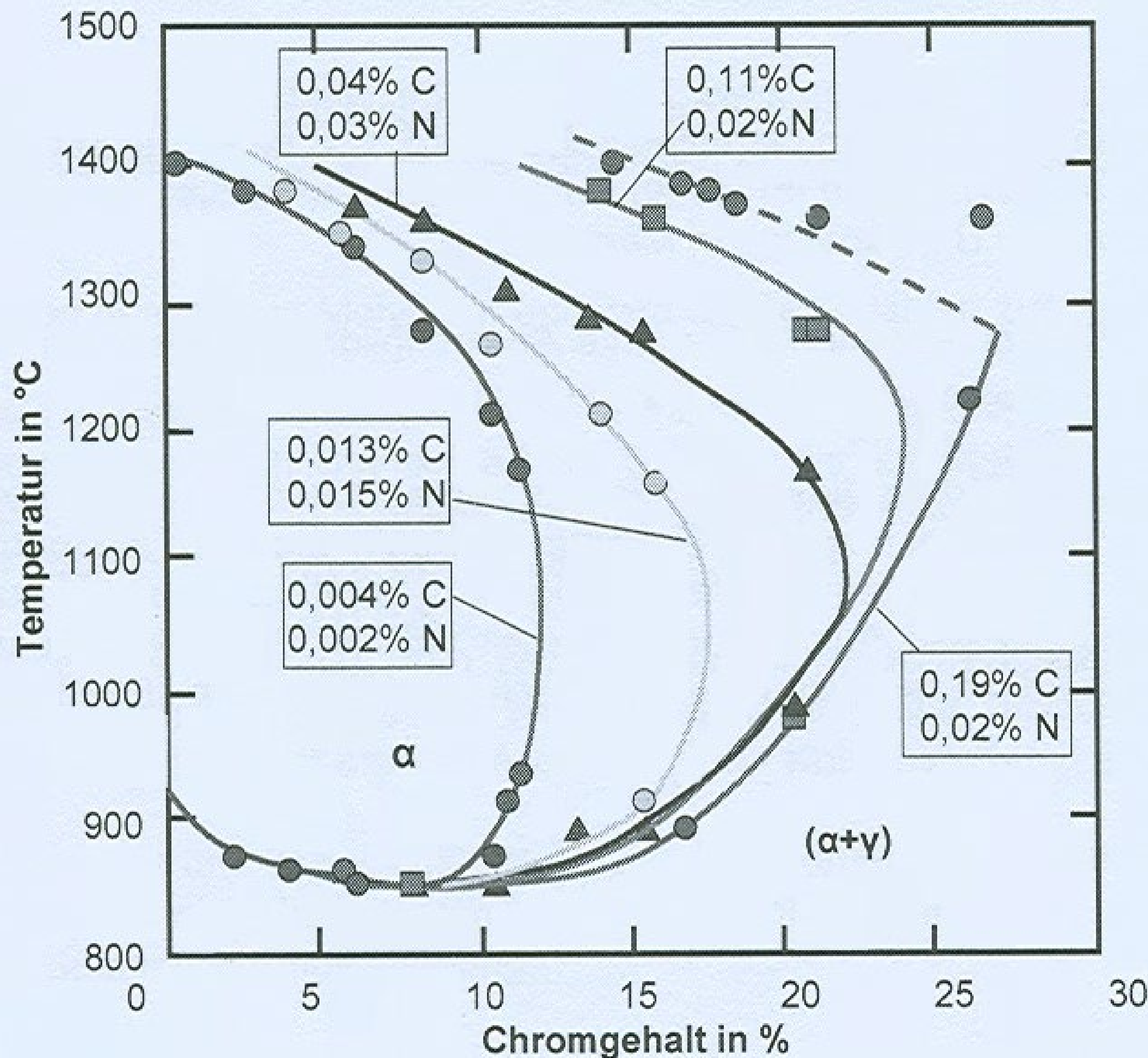
Mangán-tartalom mintegy 2 tömeg%-ig gyenge ausztenit-stabilizáló hatása van. Nagyobb mennyiségben, például 5 tömeg% felett, dermedéskor inkább ferrit-képző, míg szilárd állapotban az ausztenites elegykristályokat megvédi a diffúzió nélküli martenzites átalakulástól.

Szén és nitrogén mint erős ausztenit-képzők – akárcsak a nikkel – megnövelik a γ-vas területet a vas-króm fázisdiagramban (állapotábrán).

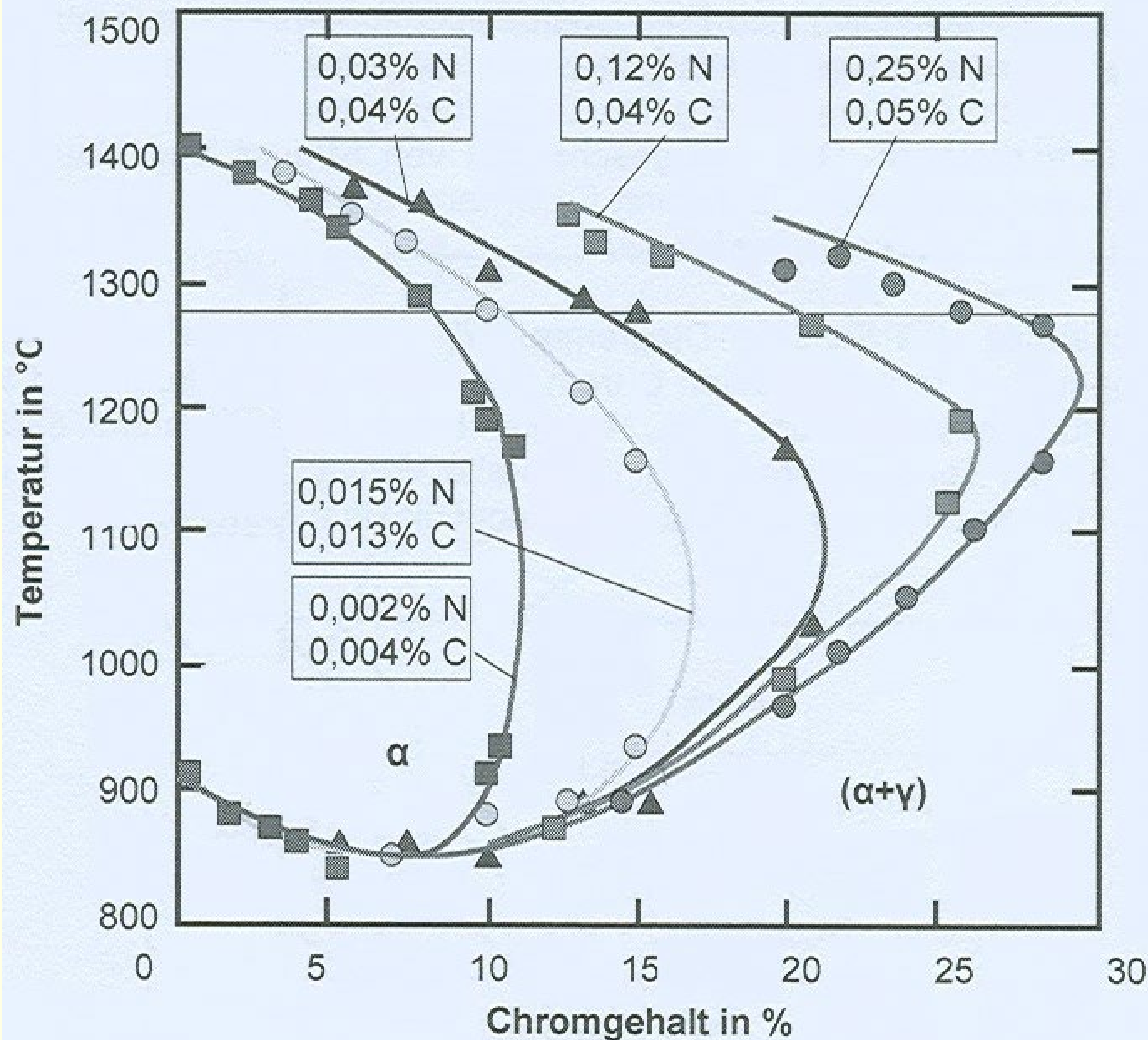
Ezeknek az ötvöző elemeknek az erős hatására a szokásos ferrites acélok már viszonylag kis szén- és nitrogéntartalom (0,1 tömeg% C+N) mellett is magasabb hőmérsékleten ferrites és ausztenites szövetszerkezetet mutatnak.

Az ausztenit martenzites átalakulása folytán szobahőmérsékleten a ferrites alap-szövetszerkezet megjelenése mellett a szövetszerkezet is megváltozik.

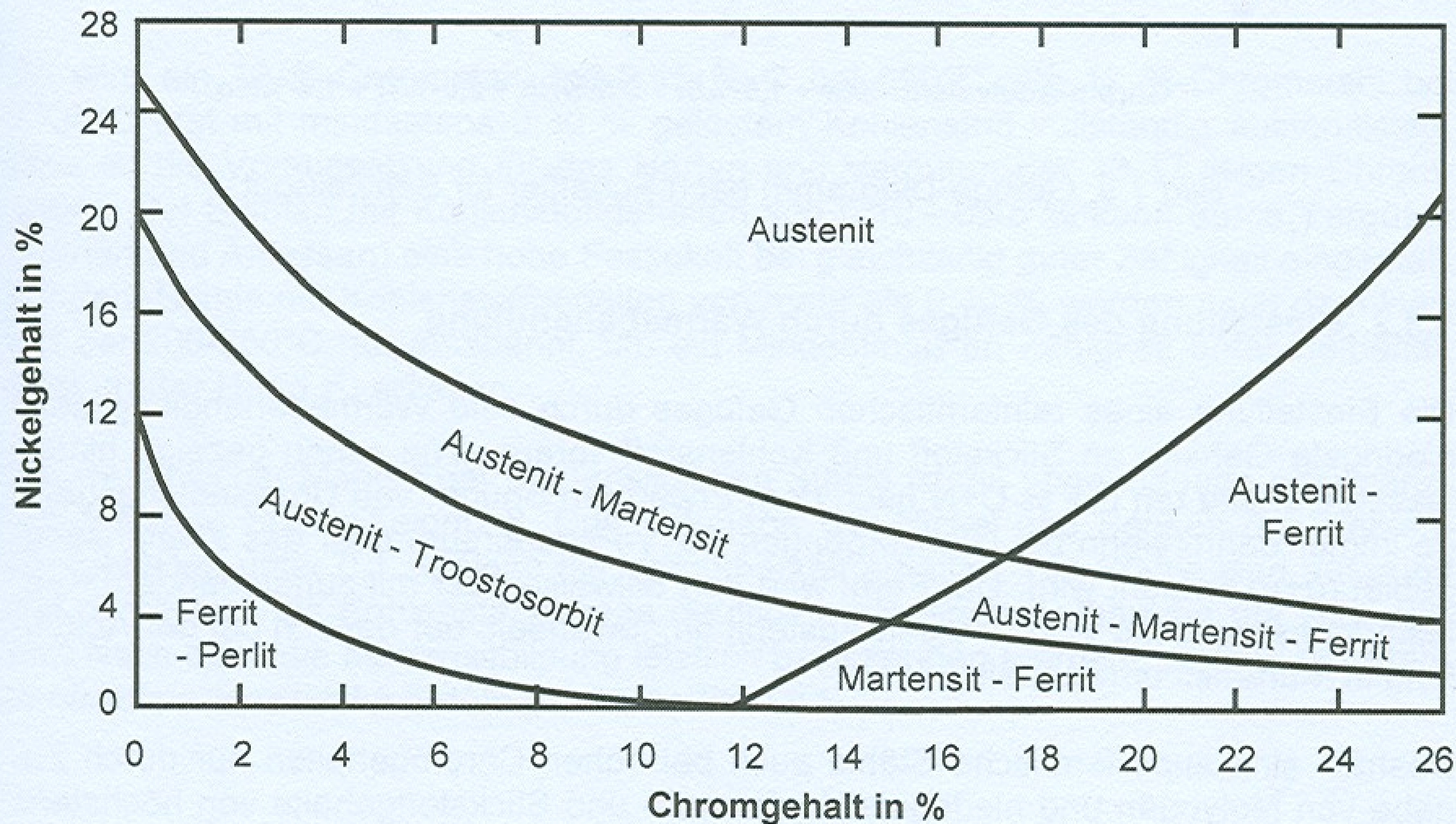
Az ötvöző elemeknek a sok-összetevős nem rozsdásodó acél várható szövetszerkezetére gyakorolt hatásának becslésére az összefüggéseket egy egyszerű diagramokban szokás ábrázolni. Ilyen például *Strauss* és *Maurer* szövetszerkezeti diagramja a 0,2 tömeg% széntartalmú króm-nikkel acélokra, vagy a *Schäffler*-diagram a hegesztendő acélokra.



Szén (C) hatására eltolódó (α+γ)-fázis és α-fázis tartomány közötti határgörbe a vas-króm állapotábrán (*Gümpel* et al. 2016)



Nitrogén (N) hatására eltolódó (α+γ)-fázis és α-fázis tartomány közötti határgörbe a vas-króm állapotábrán (*Gümpel* et al. 2016)



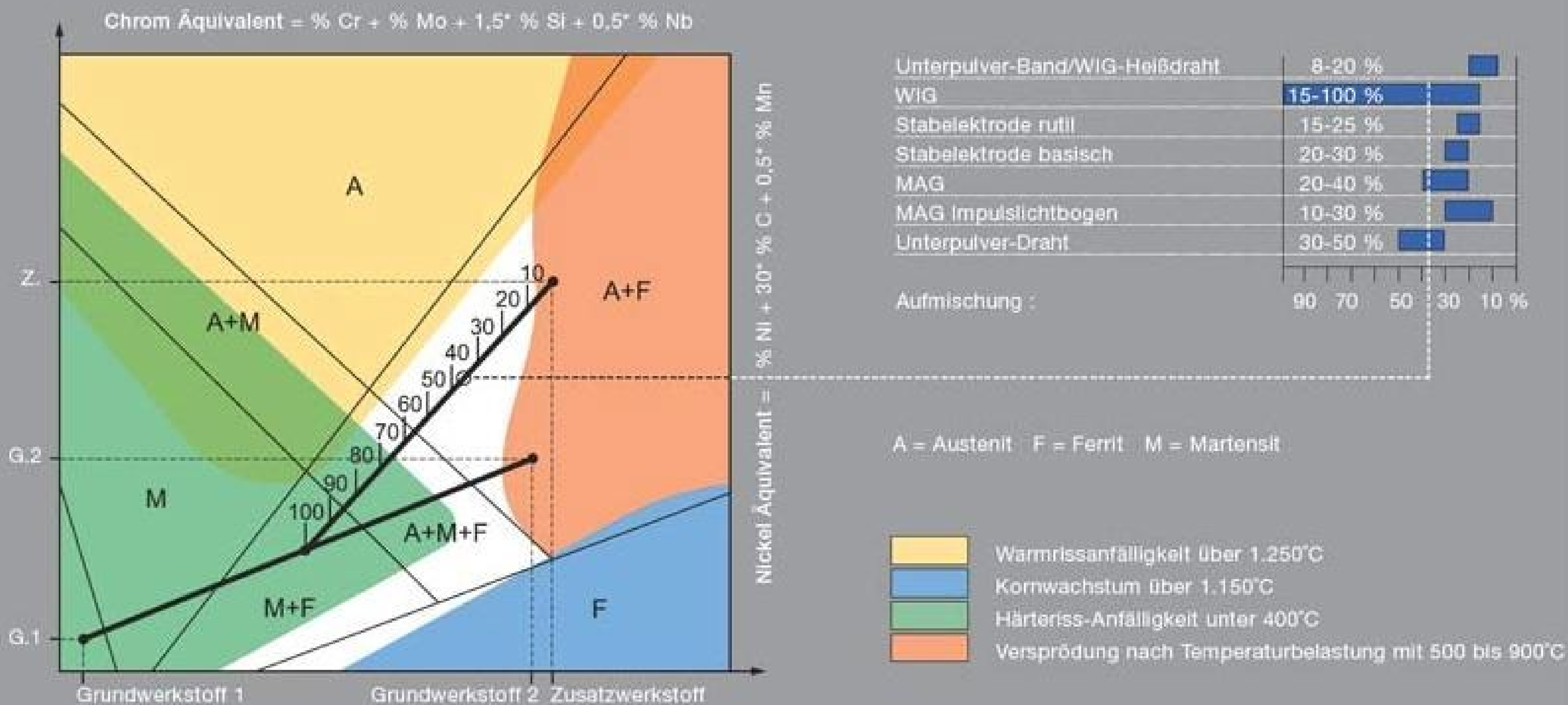
Strauss **és** ***Maurer*** **szövetszerkezeti diagramja**
a 0,2 tömeg% széntartalmú króm-nikkel acélokra (***Gimpel*** **et al. 2016)**

A *Schäffler*-diagramban a króm-egyenértékben és nikkel-egyenértékben kifejezett ötvöző elemek ferrit- és ausztenit-képző hatása látható a magas hőmérsékletről lehűlt szövetszerkezetre. A *Schäffler*-diagram mindenek előtt a hegesztendő acélötvözet (Schweßgut) szövetszerkezeti összetevőinek becslésére alkalmas az ötvözet króm-egyenértéke és nikkel-egyenértéke alapján.

Az acél, amelynek szövetszerkezete a *Schäffler*-diagram „fehér tartományában” fekszik, jól hegeszthető. A *Schäffler*-diagram „fehér tartományának” S-alakja van, és a diagram közepén alul fekszik.

Az ilyen szövetszerkezetű acél hegesztésekor nem jelentkeznek olyan gondok, mint a forrórepedések (Heißrisse), hideg repedések (Kaltrisse), szemcsenövekedés (Kornwachstum), Sigma-ridegülés (Sigma-Versprödung).

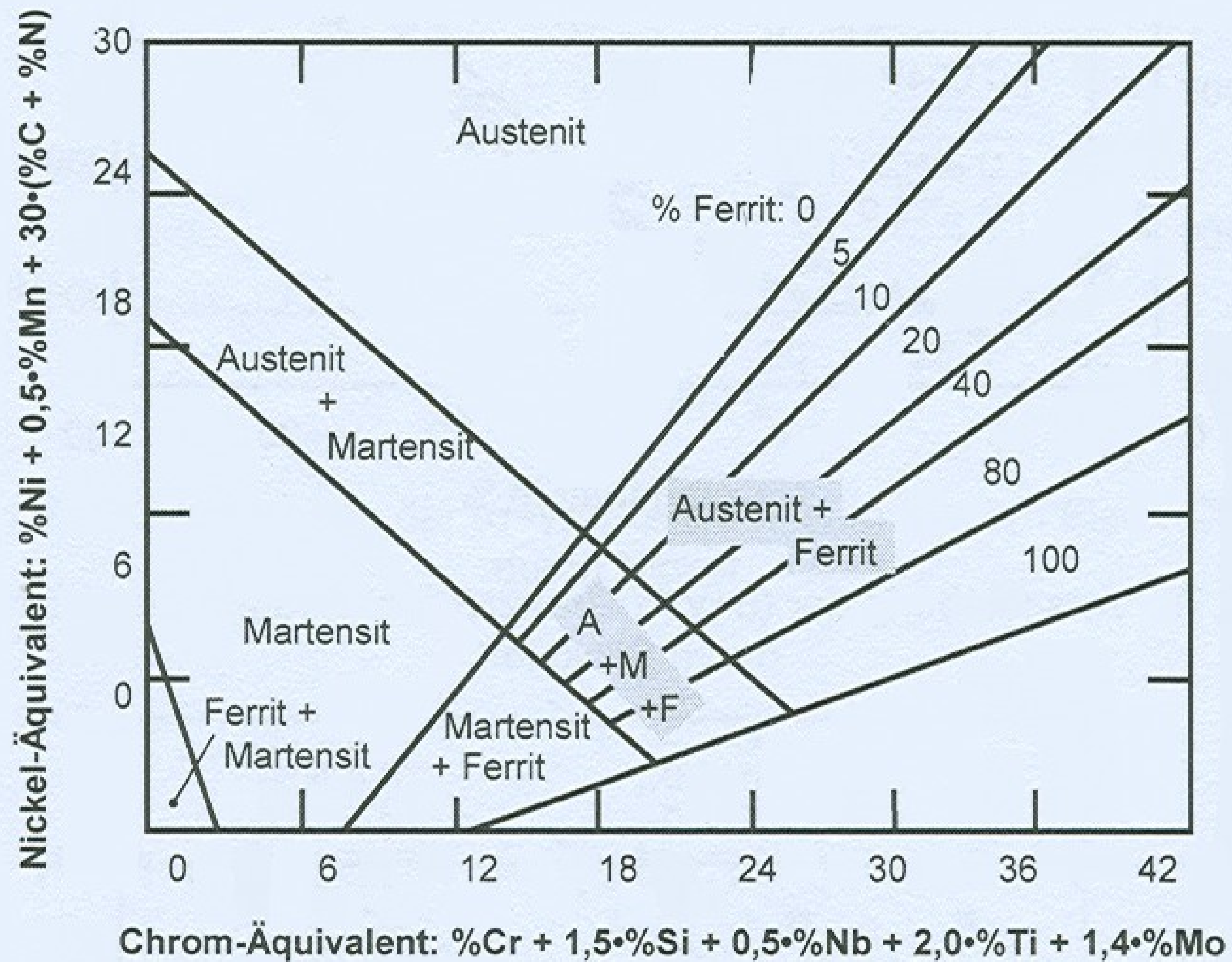
A *Schäffler*-diagramot *Anton L. Schäffler* (1919-2001) amerikai (USA, Wisconsin állambeli, Milwaukee-i) mérnök 1949-ben fejlesztette ki.



***Schäffler*-diagram. Hegesztendő acélötvözet króm-nikkel egyenértékeinek állapotábrája**

A „fehér tartományába" eső ötvözetek jól hegeszthetők.

Forrás: http://www.bs-wiki.de/mediawiki/index.php/Datei:Schaeffler-Diagramm.JPG



***Schäffler*-diagram. Hegesztendő acélötvözet króm-nikkel egyenértékeinek állapotábrája (*Gimpel* et al. 2016)**

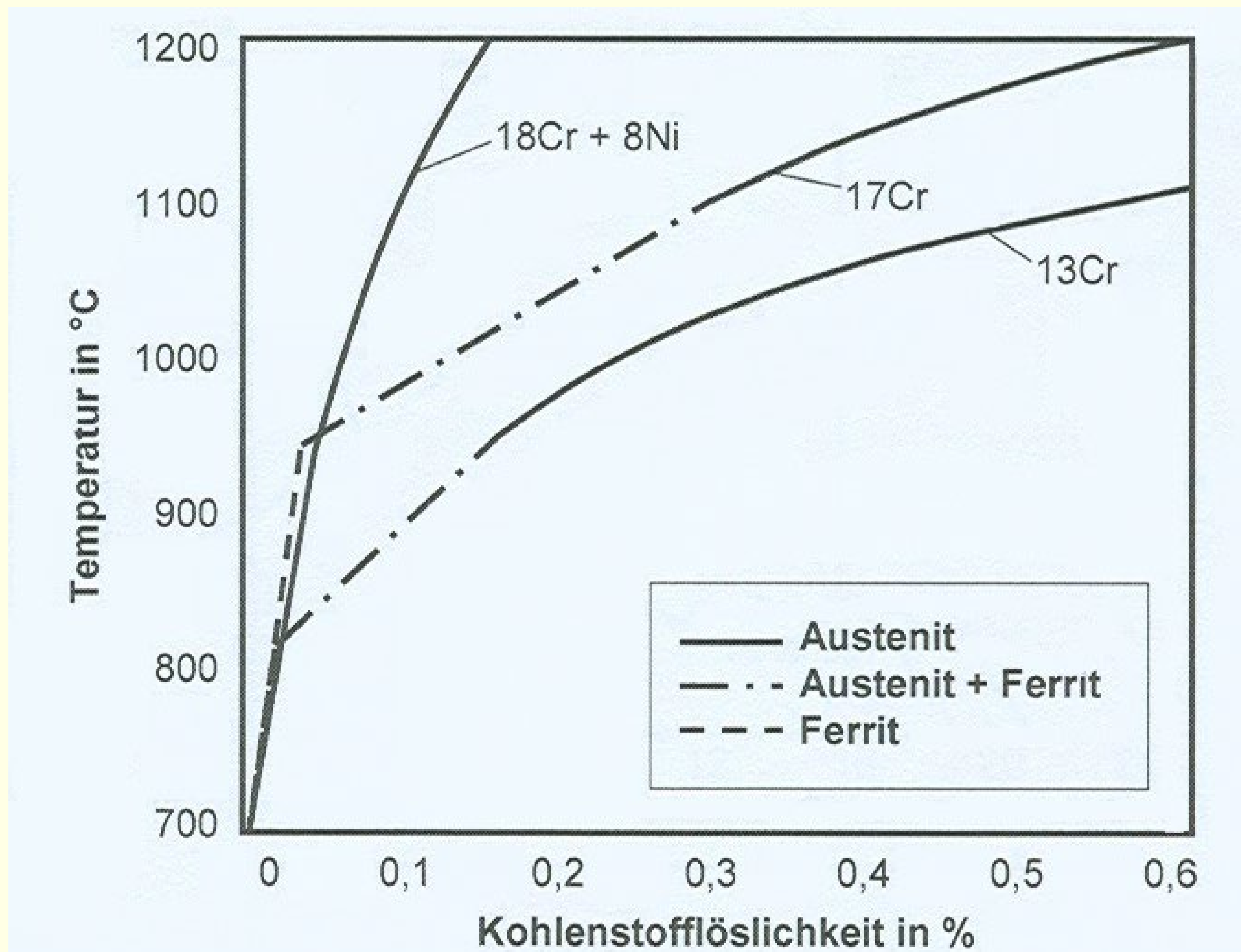
Szövetszerkezet beállítása hőkezeléssel

A *tiszta ferrites szövetszerkezet* előállítása hőkezeléssel kis nitrogéntartalmat és kis széntartalmat feltételez. Hőkezelés után a megváltozott szövetszerkezetben akkor jelenik meg 0,1 tömeg% körüli szén+nitrogéntartalom, amikor az izzítási folyamat eléri a γ-fázisteret vagy a kétfázisú (α+γ)-teret. Ekkor a ferrit részben vagy növekvő széntartalom mellett közel teljesen átváltozik ausztenitté, amelyik azután a lehűlés során átalakul matenzitté.

Ez az oka annak, hogy szuper-ferrites acélokat nagy krómtartalom mellett is csak molibdén hozzáadásával és legfeljebb 0,015 tömeg% szén- és nitrogéntartalom mellett, és nióbium vagy titán stabilizálással lehet előállítani.

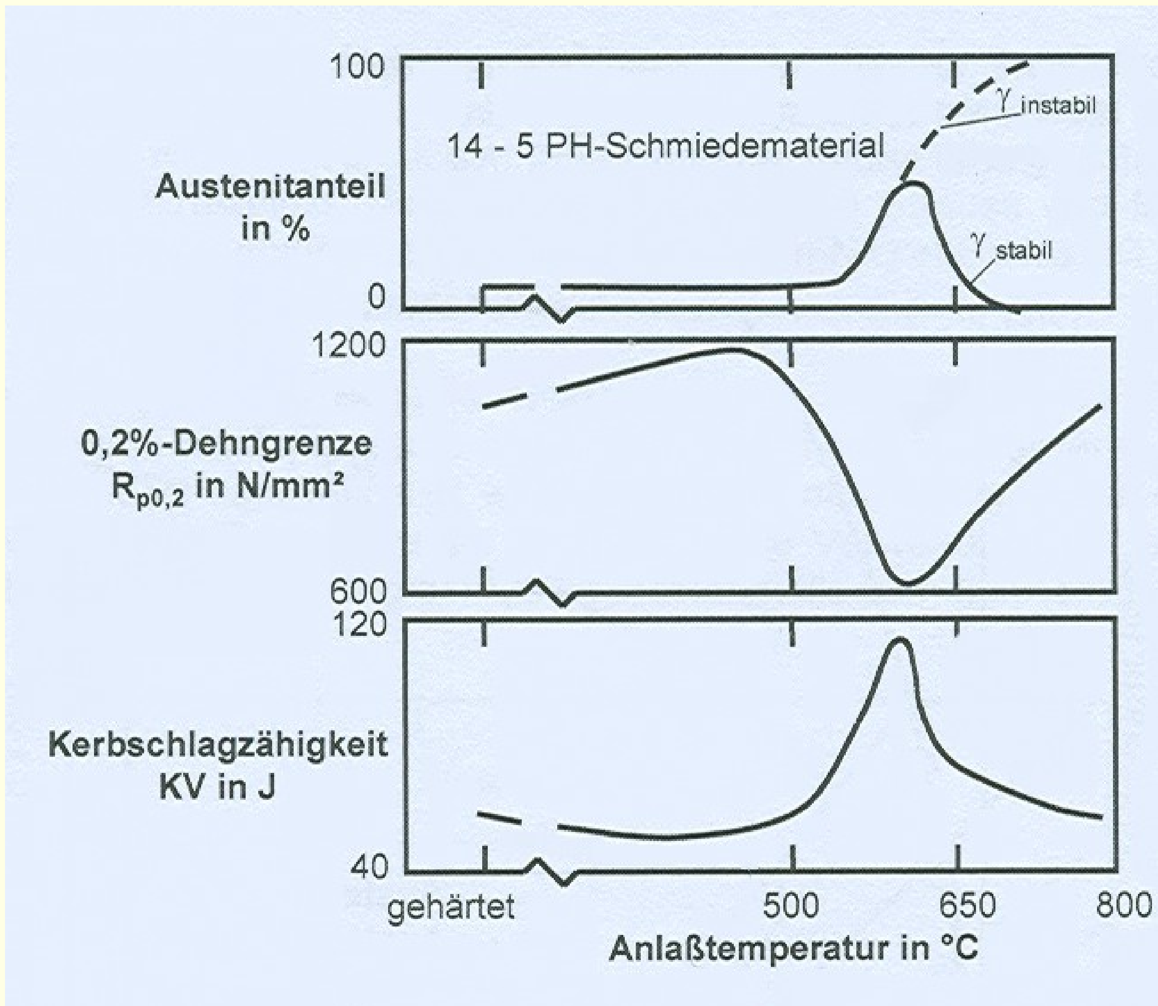
Másrészt *tiszta ausztenites szövetszerkezet* előállítása nagy hőmérsékleten csak nagyobb szén-, nitrogén- és/vagy nikkeltartalom mellett lehetséges.

Így a 13 tömeg%-os krómacél 0,15 tömeg%os széntartalommal 950 ^{0}C hőmérsékleten, a 17 tömeg%-os krómacél 1100 ^{0}C hőmérsékleten, csak legalább 0,3 tömeg% oldott széntartalom mellett ausztenitesíthető teljesen. Ez a feltétele a 13-17 tömeg% krómtartalmú acél edzésének és nemesítésének. A 0,10-0,45 tömeg% széntartalmú acélok nemesítésével (edzés és megeresztés) nagy szilárdságot és egyidejűleg jelentős szívósságot lehet elérni. A 0,4 tömeg%-nál nagyobb széntartalmú acélokat 200-350 ^{0}C hőmérsékleten való edzés után csak meg kell ereszteni a minimális szívósság eléréséhez a nagy szilárdság megtartása mellett.



Összefüggés a króm-, szén- és nikkeltartalom, valamint az izzítási hőmérséklet, a szénoldódás (azaz széntartalom, Kohlenstofflöslichkeit) és a szövetszerkezet alakulása között (*Gimpel* et al. 2016)

A ***martenzites acélok*** **lényeges hiányossága, hogy** ***rosszul vagy egyáltalán nem hegeszthetők*****. Nikkel hozzáadása és a széntartalom 0,1 tömeg% alá csökkentése hegeszthetővé teszi a martenzites acélokat. Ezek az acélok a kis széntartalomnak köszönhető kis felkeményedés folytán jól hegeszthetők. Az ilyen acélokat** ***nikkel-martenzites acéloknak*** **hívják.**



Kovácsoltanyag

Ausztenit-részarány

0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó névleges folyáshatár (egyezményes folyáshatár)

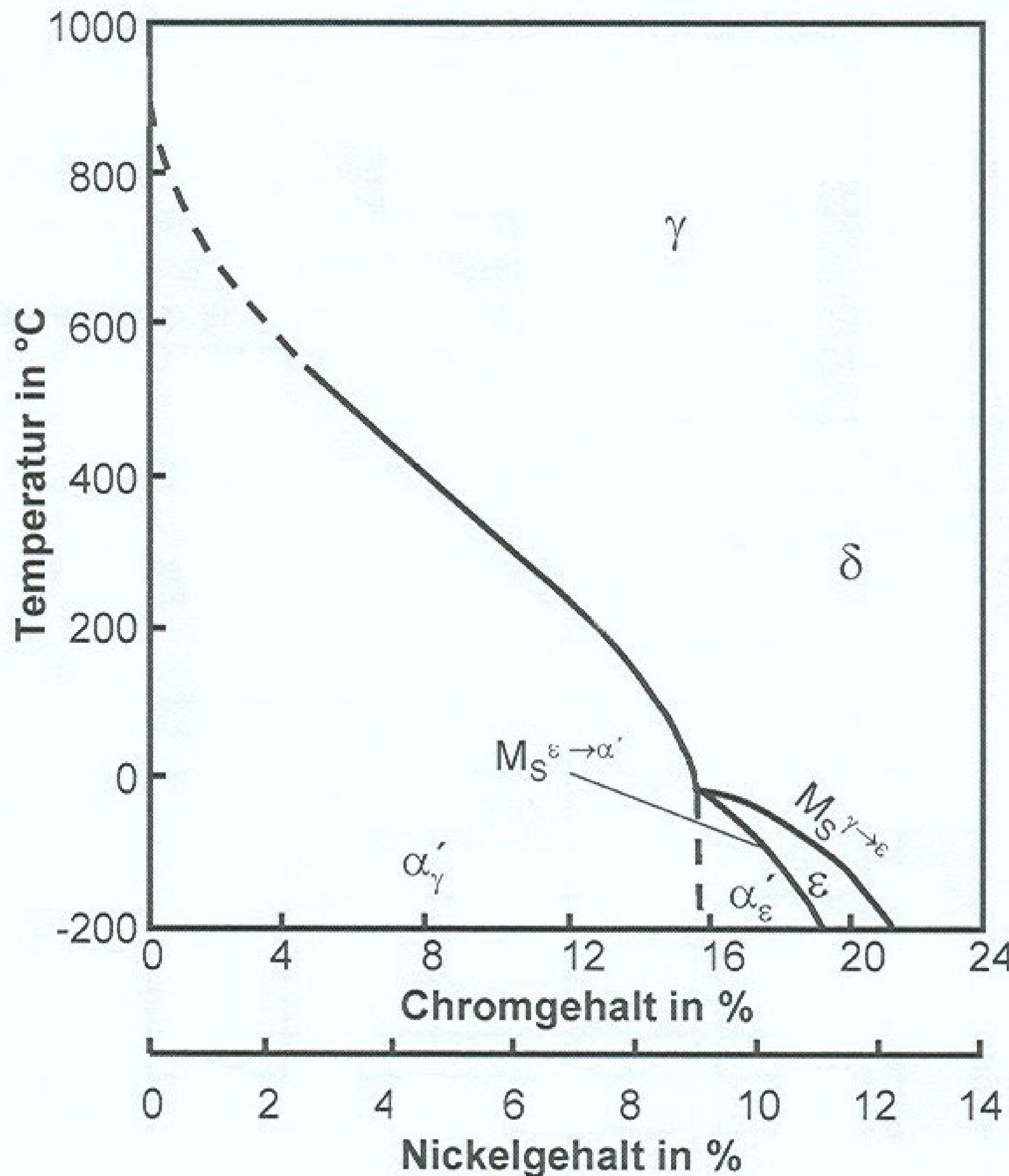
Ütőmunka szívósság

Nikkel-martenzites acélok megeresztési állapotábrája (*Gümpel* et al. 2016)

A nikkel-martenzites acélok különleges tulajdonsága, hogy a szívóssága 500-620 ^{0}C hőmérsékleten megeresztve még viszonylag nagy szilárdság mellett is nagy lesz. Ebben a hőmérséklet tartományban új ausztenit képződik, amely lehűlés után nem alakul át martenzitté. Ez a stabil ausztenit biztosítja a szívósságot. Csak 620 ^{0}C hőmérséklet felett képződik instabil ausztenit.

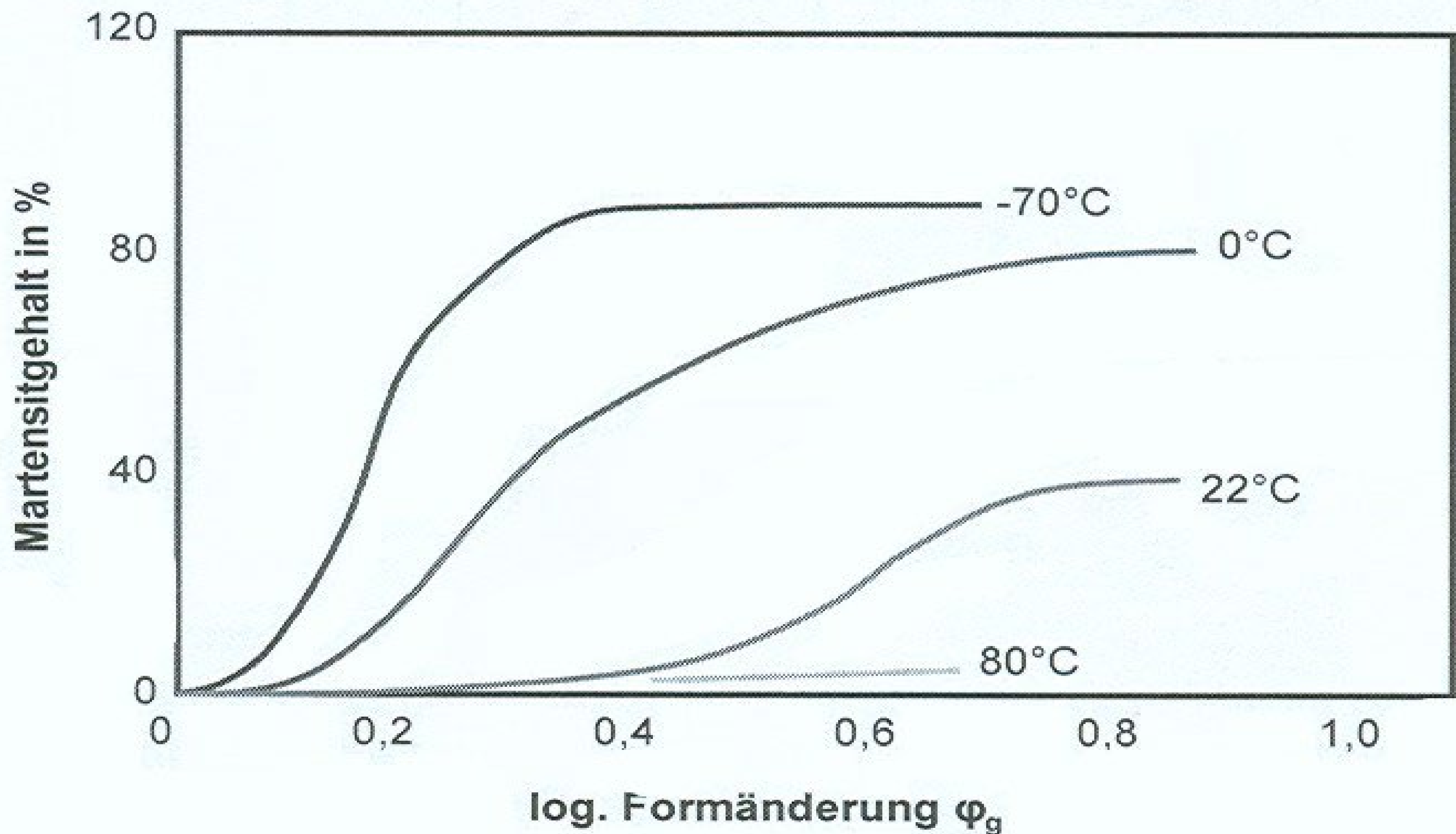
A nikkel-martenzites acélok fémes fázisok kiiktatásának és a 400-600 ^{0}C hőmérséklet között képződő karbidoknak (fémek szénnel alkotott vegyületei, például vas-karbid = Fe_3C, cementit) köszönhetően jól kikeményíthetők. Ilyen céllal réz, titán és alumínium ötvözőket alkalmaznak.

Az ausztenites acélok 1000-1150 ^{0}C hőmérséklet között diffúziós izzításon és edzésen esnek át. Az ausztenit metastabil (nem stabil, nem egyensúlyi) állapotba kerül. Ezért képződhetnek a kardidok, nitridek és fémes fázisok, mint szigma (σ) és chí (χ), illetve jöhet létre az α-martenzitté alakulás.



A martenzit képződés, azaz a *γ*-vas átalakulása *α*-vassá (*γ*→*α*) mind az ötvözésnek, mind a hőmérsekletnek függvénye (*Gümpel*, 2016) .

Az ábrán a martenzit képződés kezdetét lehet látni króm-nikkel acélok esetén az 1050 ºC hőmérsékletről való lehűlés után (*H. Schumann* után)



Martenzit képződés metastabil (nem stabil, nem egyensúlyi) ausztenites acél képlékeny alakítása során különböző átalakítási hőmérsékleteken (*T. Angel* után)

Az ötvözők hatékonysága a matenzit képződés hőmérsékletének függvényében különböző matematikai összefüggésekkel fejezhető ki:

$$M_{d30} = 413-462\%(C+N)-9{,}2(\%\ Si)-8{,}1(\%\ Mn)-13{,}7(\%\ Cr)-9{,}5(\%\ Ni)-18{,}5(\%\ Mo)\ °C$$

⇨ M_{d30} ist die Temperatur, bei der nach 30%iger Umformung 50% Martensit gebildet wird.

$$M_s = 1305-1665\%(C+N)-28(\%Si)-33(\%Mn)-42(\%Cr)-61(\%Ni)\ °C$$

⇨ Martensitpunktberechnung nach *Hull* und *Eichelmann*

ahol:

- **M_{d30} az a hőmérséklet, amelyen 30%-os átalakulás során 50% martenzit képződik;**
- **M_s a martenzit képződés hőmérséklete *Hull* és *Eichelmann* szerint (lásd a következő diakockát is).**

UNIVERSITÄT
IFU
STUTTGART

Berichte aus dem
Institut für Umformtechnik

53

Jobst-H. Kerspe

Abstreckgleitziehen von nichtrostenden austenitischen Stählen

1980

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York

Hivatkozás *Eichelmann* és *Hull* tanulmányára a Stuttgarti Egyetem rozsdamentes ausztenites acélok kiadványában

Gleitziehen ≡ Durchziehen = áthúzás

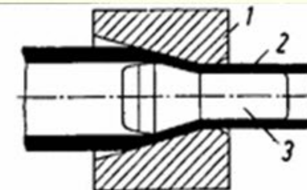
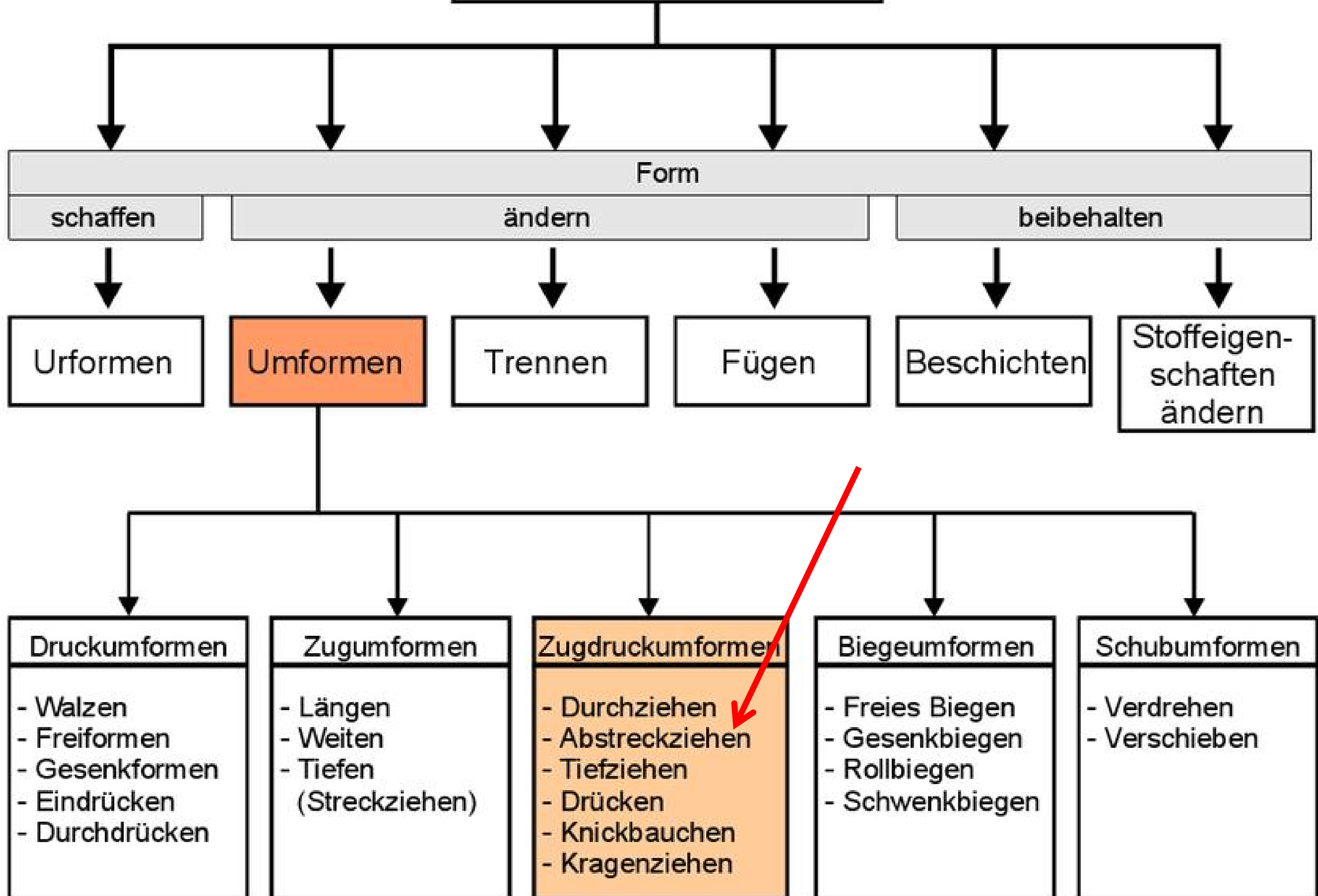


Bild 11.3 Prinzip des Gleitziehens über schwimmenden Dorn. 1 Ziehring, 2 Werkstück, 3 schwimmender Dorn

Ábra *Heinz Tschätsch*: „Rohrziehen" c. könyvből

Abstreckgleitziehen = nyújtó-mélyhúzó-alakító módszerek egyike

Eichelmann, Gr. H., Hull, F. C.: The Effect of Composition on the Temperature of Spontaneous Transformation of Austenite to Martensite in 18-8 Typ Stainless Steel. Transaction of the ASME 45 (1953), S. 77 - 104.


Forrás: *Elmar Mönig*: „Tiefziehen” 2012.
Fertigungsverfahren (DIN 8580)
Form
schaffen
ändern
beibehalten
Urformen
Umformen
Trennen
Fügen
Beschichten
Stoffeigen-schaften ändern
Druckumformen
- Walzen
- Freiformen
- Gesenkformen
- Eindrücken
- Durchdrücken
Zugumformen
- Längen
- Weiten
- Tiefen (Streckziehen)
Zugdruckumformen
- Durchziehen
- Abstreckziehen
- Tiefziehen
- Drücken
- Knickbauchen
- Kragenziehen
Biegeumformen
- Freies Biegen
- Gesenkbiegen
- Rollbiegen
- Schwenkbiegen
Schubumformen
- Verdrehen
- Verschieben

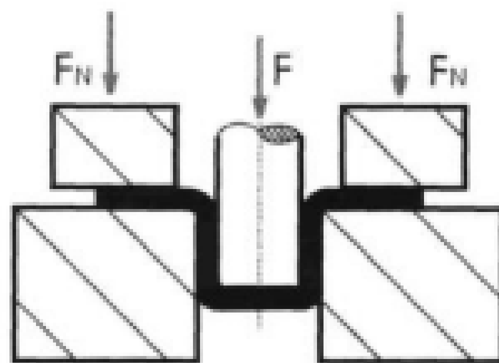
2.1 Schema des Tiefziehens

Forrás: ***Elmar Mönig*: „Tiefziehen" 2012.**

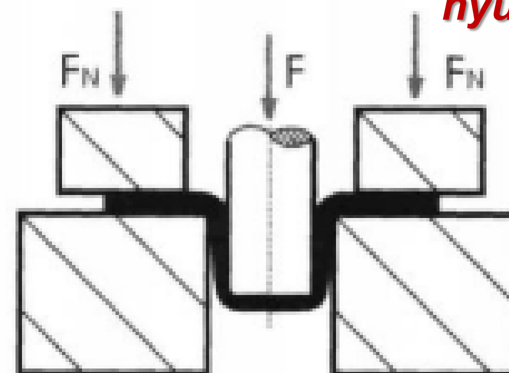
Nach DIN 8584 Blatt 3 ist **Tiefziehen** ein Zugdruckumformen eines Blechzuschnittes (je nach Werkstoff auch einer Folie oder Platte, einer Tafel, eines Ausschnittes oder Abschnittes) zu einem Hohlkörper oder Zugdruckumformen eines Hohlkörpers zu einem Hohlkörper mit kleinerem Umfang ohne beabsichtigte Veränderung der Blechdicke.

Nach DIN 8584 Blatt 2 ist das Abstreck- Gleitziehen (**Abstreckziehen**) ein Gleitziehen von Hohlkörpern durch einen Abstreckring mit einem gegen den Werkstückboden drückenden Innenwerkzeug (Stange, Stempel) z.B. zur Wanddickenverminderung von tiefgezogenen oder fließgepressten Näpfen.

Abstreckgleitziehen = olyan mélyhúzó-alakító módszer, amellyel a munkadarab falvastagsága is megváltozik, azaz *nyújtó-mélyhúzó* módszer.



a.) Blechdicke $s = s_0$ = konstant



b.) Blechdicke $s \neq s_0 \neq$ konstant

Abbildung 2-1: a.)Tiefziehen b.)Abstreckziehen

Rozsdamentes acélfajták rövid jele kémiai összetétel alapján az MSZ EN 10088-2:2015 szerint

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

Nichtrostende Stähle und andere legierte Stähle (außer Schnellarbeitsstähle), sofern der mittlere Gehalt mindestens eines der Legierungselemente ≥ 5 % ist

Die Bezeichnung besteht aus:

- X = Hauptsymbol für nichtrostenden Stahl
- PM = Pulvermetallurgie (wenn für Werkzeugstähle erforderlich)
- G = Stahlguss (vorangestellt, wenn erforderlich)
- Kohlenstoffgehalt:

  3 Ziffern = 100 × mittlerer C-Gehalt des vorgeschriebenen Bereiches. Wenn kein Bereich für den Kohlenstoffgehalt angegeben ist, ist von einem passenden repräsentativen Wert auszugehen.

  Zwecks Unterscheidung zwischen zwei Stahlsorten mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung kann die Kennzahl für den Kohlenstoffgehalt um 1 erhöht werden.

Rozsdamentes acélfajták rövid jele kémiai összetétel alapján az MSZ EN 10088-2:2015 szerint

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

Stainless steels and other alloy steels (except high speed steels) where the average content by weight of at least one alloying element is ≥ 5 %

The designation is made up of:

- **X = Principal symbol for stainless steels**
- PM = powder metallurgy (where necessary for tool steel) (where necessary for tool steel)
- G = steel casting (where necessary)
- **Carbon content:**

  3 characters = 100 × specified average carbon percentage content. Where the carbon percentage content is not specified by a range, a suitable representative value shall be selected by the responsible body.

  To distinguish between two similar steel grades, the number indicating carbon content may be increased by 1.

Rozsdamentes acélfajták rövid jele kémiai összetétel alapján az MSZ EN 10088-2:2015 szerint

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

EN 10088-2: X10CrNi18-8

Nichtrostender austenitischer Stahl (X) mit einem mittleren prozentualen Gehalt an Kohlenstoff von 0,10 % (10), einem mittleren Chromgehalt (Cr) von 18,0 % (18) und einem mittleren Nickelgehalt (Ni) von 8 % (8)

EN 10088-2: X10CrNi18-8

Stainless austentitic steel (X) with a mean percentage carbon content of 0,10 % (10), a mean chromium (Cr) content of 18,0 % (18) and a mean nickel (Ni) content of 8 % (8)

	Bedeutung
1.2345(67)	Werkstoffhauptgruppe
1.**23**45(67)	Sortennummer (Stahlgruppe)
1.23**45**(67)	Zählnummer
1.2345(**67**)	erweiterte Zählnummer

Werkstoffhauptgruppen [Bearbeiten | Quelltext bearbeiten]

Ziffer	Werkstoffhauptgruppe
0	Gusseisenwerkstoffe, Roheisensorten, Ferrolegierungen
1	Gruppe der Stähle
2	Nichteisen-Schwermetalle
3	Nichteisen-Leichtmetalle
4	Pulvermetalle, Sinterwerkstoffe
5…8	Nichtmetallische Werkstoffe
9	*reserviert* (für interne Verwendung)

Anyag szám jelölés-rendszer a DIN 17007-2:1961 szabvány szerint

Forrás: **https://de.wikipedia.org/wiki/Werkstoffnummer**

Rozsdamentes acél ötvözetek csoport számjele a DIN 17007-2:1961 szabvány szerint

Sortennummer (Stahlgruppe)

40	Nichtrostender Stahl mit < 2,5 % Ni
41	Nichtrostender Stahl mit < 2,5 % Ni; mit Mo
43	Nichtrostender Stahl mit ≥ 2,5 % Ni
44	Nichtrostender Stahl mit ≥ 2,5 % Ni; mit Mo
45	Nichtrostender Stahl mit Sonderzusätzen

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Werkstoffnummer

Rozsdamentes acélok fajtái és jellemzői

1. Ferrites rozsdamentes acélok

Fő ötvöző: króm (Cr)

A legalább 11 % krómtartalmú acélok már kellő védelmet biztosítanak nedves környezetben a rozsdásodás ellen.

Alkalmazási területük: vasúti és közúti járművek, gépek gyártása, mezőgazdasági és háztartási eszközök, fürtgáz elvezetők készítése, gázturbinák, konténerek, hőcserélő berendezések, nagy töménységű kénsavnak ellenálló eszközök gyártása.

A ferrites acélok

- **jó szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek megfelelő szívósság (Zähigkeit, toughness) mellett,**
- **de nem olyan képlékenyek (Duktilität, ductility), mint az ausztenites acélok, ezért alkalmazásuknak korlátai is vannak (*Gümpel*, 2016.).**

A ferrites acélok általában 11-17% krómot tartalmaznak. Mágnesezhetők. Bizonyos feltételek mellett hegeszthetők. Hidegen-melegen egyaránt jól alakíthatók, jól forgácsolhatók. Gyenge maróhatású közegekben alkalmazzák, szerves savak és sók vizes oldataihoz, illetve közepes maróhatású közegekben. Dinamikus igénybevételeknek jól ellenállnak, szívósak. A Wnr. 1.4000 (KO-1) és a Wnr. 1.4113 minőségek jól polírozhatók és jól forgácsolhatók. A Wnr. 1.4016 (KO-3) jó korrózióállósággal rendelkezik minden szokványos környezetben, illetve kevés klórkoncentráció esetén, mint pl. a háztartások és a természetes víz. Tengervíznek nem ellenálló! Kristályközi korrózióval szemben ellenálló, míg hegesztése és magas hőmérsékleten történő feldolgozása nem ajánlott.

Wnr. = Werkstoffnummer = Anyag számjele

(Forrás: http://www.perkor.hu/rozsdamentes-es-hoallo-acelok-anyagismerete)

Ferrites rozsdamentes acélok alapvető típusai és alkalmazása (*Gümpel*, 2016.)

Grundtyp	Typische Stähle nach Norm EN 10088 (ASTM A 240)	Anwendungsbereiche Komponenten
11-13 % Chrom	1.4003 (S40977) 1.4512 (S40900)	Schienen- und Straßen-fahrzeuge Maschinen- und Anlagenbau Agrartechnik Haushalt Abgasanlagen / Gasturbine Containerbau
16-18 % Chrom	1.4016 (S43000) 1.4509 (S43940) 1.4520	
16-18 % Chrom + 1-2,5 % Molybdän	1.4521 (S44400) 1.4113 (S43400)	Wärmetauscher Automobilindustrie
28 % Chrom +4 % Molybdän + (Ni) (Superferrite)	1.4575 1.4592	Handhabung hoch-konzentrierter Schwefelsäure

Ferrites **rozsdamentes acélok mechanikai tulajdonságai**

Rp 0,2 = mai jele: $f_{0,2}$ = 0,2%-os fajlagos maradó nyúlást okozó feszültség, névleges folyáshatár

Rm = mai jele f_t = szakítószilárdság

A5 = fajlagos megnyúlás 5×*d* hosszon

(*Gümpel*, 2016.)

Kausay

Werkstoffnummer Kurzname	Rp 0,2 in N/mm² (quer)	Rm In N/mm²	A5 In %
1.4003 X2CrNi12	280 bis 320	450 bis 650	18 bis 20
1.4000 X6Cr13	230	400 bis 600	19
1.4016 X6Cr17	260	430 bis 630	18 bis 20
1.4512 X2CrTi12	220	380 bis 560	25
1.4509 X2CrTiNb18	250	430 bis 630	18
1.4510 X3CrTi17	240	420 bis 600	23
1.4520 X2CrTi17	200	380 bis 530	24
1.4521 X2CrMoTi18-2	300 bis 320	420 bis 600	20

Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in Masse-%				
EN Kurzname	Werkstoff-Nr.	C	Cr	Mo	Ni	Andere
Ferritische korrosionsbeständige Stähle						
X2CrNi12	1.4003	≤ 0,03	10,5/12,5		0,3/1,00	N ≤ 0,030
X2CrTi12	1.4512	≤ 0,03	10,5/12,5			Ti [6x(C+N)] bis 0,65
X6Cr17	1.4016	≤ 0,08	16,0/18,0			
X3CrTi17	1.4510	≤ 0,05	16,0/18,0			Ti [4x(C+N) + 0,15] bis 0,80
X6CrMoS17	1.4105	≤ 0,08	16,0/18,0	0,20/0,60		S 0,15/0,35
X3CrNb17	1.4511	≤ 0,05	16,0/18,0			Nb 12xC bis 1,00
X2CrTiNb18	1.4509	≤ 0,03	17,5/18,5			Nb [3xC+ 0,30] bis 1,00 ; Ti 0,10 bis 0,60
X6CrMo17-1	1.4113	≤ 0,08	16,0/18,0	0,90/1,40		
X2CrMoTi18-2	1.4521	≤ 0,025	17,0/20,0	1,80/2,50		Ti [4x(C+N) + 0,15] bis 0,80

Ferrites rozsdamentes acélok, válogatás az MSZ EN 10088-1:2015 szabványból

Forrás: Merkblatt 821 „Edelstahl Rostfrei. Eigenschaften” 5. Auflage. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Düsseldorf, 2014. http://www.edelstahl-rostfrei.de/downloads/iser/MB_821.pdf

2. Martenzites rozsdamentes acélok

Fő ötvözők: króm (Cr), szén (C) a karbon-martenzites acélok, nikkel (Ni) a nikkel-martenzites acélok esetén.

A martenzites acélok tulajdonságaik tekintetében abban különböznek az összes többi rozsdamentes acéltól, hogy nagyobb a keménységük és a szilárdságuk. Ennek mértéke erősen függ a hőkezeléssel beállított szövetszerkezeti állapottól, amint azt a következő két diagram mutatja (*Gümpel*, 2016.).

A martenzites szövetszerkezet a 12%-18%-os krómacélokra jellemző. Széntartalom: 0,10-0,44% Mágnesezhetőek. Hőkezelés (lágyítás) által nemesíthetőek ill. edzhetőek. Nem vagy csak bizonyos feltételek mellet hegeszthetők: A Wnr. 1.4057 (KO-16), 1.4021 (KO-11) és 1.4028 minőségek hegesztésre csak különleges eljárással alkalmasak, hegesztett szerkezetekhez nem ajánlottak. A Wnr. 1.4034 (KO-13) hegesztésre szintén nem alkalmas. Jól alakíthatók, jól polírozhatók. Nagy kopásállósággal és éltartósággal rendelkeznek. Molibdén hozzáadásával nő a korrózióállóságuk. A Wnr. 1.4006 (KO-2) hegesztésre alkalmas. Utólagos hőkezelés általában szükséges, annak elhagyása következtében csökken az acél korrózióállósága. Jól hajlítható a Wnr. 1.4021 (KO-11), Wnr. 1.4057 (KO-16), míg rosszul hajlíthatóak a Wnr. 1.4028 és a Wnr. 1.4034 (KO-13).

Forrás: http://www.perkor.hu/rozsdamentes-es-hoallo-acelok-anyagismerete

Martenzites **rozsda-mentes acélok alapvető típusai és alkal-mazása**

(*Gümpel*, 2016.)

Grundtyp	Typische Stähle nach Norm DIN EN 10088(ASTM A 240)	Anwendungsbereiche Komponenten
Kohlenstoffmartensitische Stähle bis 0,50 % Kohlenstoff 13 % Chrom bis 0,50 % Kohlenstoff 17 % Chrom 1 % Molybdän über 0,50 % Kohlenstoff 14-17 % Chrom 1 % Molybdän	1.4006 (S41000) 1.4034 (S42000) 1.4021 1.4122 1.4057 1.4109 1.4112	Wellen, Spindeln Ventile Pressbleche Bremsscheiben Messer Chirurgische Instrumente Konstruktionsteile in Wasserkraftwerken
Nickelmartensitische Stähle bis 0,10 % Kohlenstoff mit 13 % Chrom 4 % Nickel mit 16 % Chrom 5 % Nickel + (Mo)	1.4313 (S41500) 1.4418	Wälzlager Pumpen, Verdichter Wasserturbinen Erdöltechnik Kältetechnik
Aushärtbare nickelmartensitische Stähle mit 13-17 % Chrom 4-8 % Nickel +Mo+ (Cu)	1.4542 Custom 450 Custom 455 Custom 465	Schrauben Wellen Spindeln

Széntartalmú martenzites **rozsdamentes acélok mechanikai tulajdonságai**

Rp 0,2 =
mai jele: $f_{0,2}$ =
0,2%-os fajlagos maradó nyúlást okozó feszültség, névleges folyáshatár

Rm =
mai jele f_t =
szakítószilárdság

A5 =
fajlagos megnyúlás 5×*d* hosszon

KV =
Kerbschlag-biegeversuch = Charpy-féle ütőmunka bemetszett próbatesten meghatározva

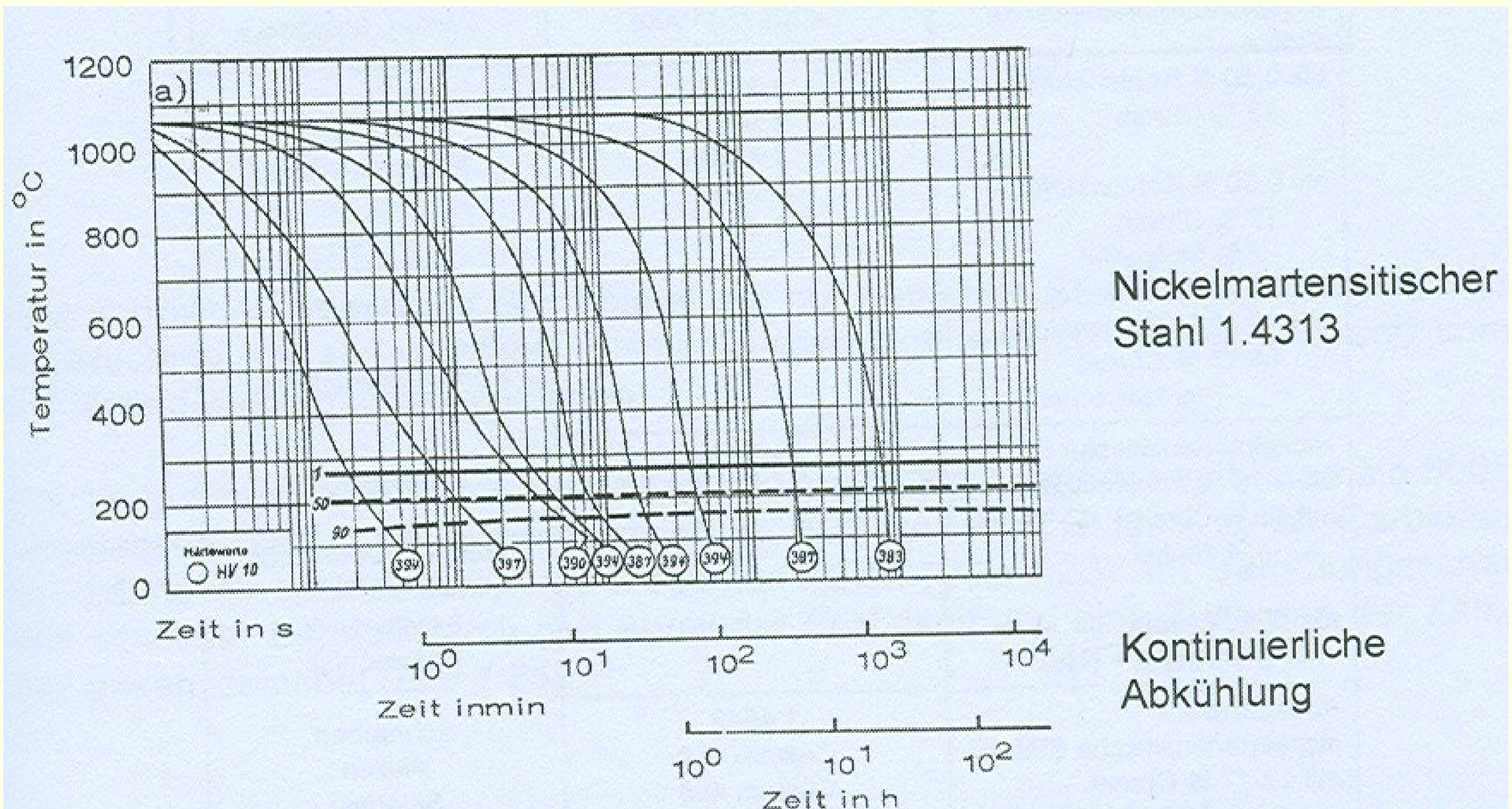
(*Gümpel*, 2016.)

Werkstoff-Nr. Kurzname	Rp0,2 N/mm² (min.)	Rm N/mm²	A5 (quer) % (min.)	KV (quer) J (min.)
1.4021 X20Cr13	450 550	650 – 850 750 - 950	12 10	30
1.4024 X15Cr15	450	650 – 800	14	30
1.4028 X30Cr13	600	800 - 1000	10	-
1.4034 X46Cr13	ca. 55 HRC (gehärtet)			
1.4057 X20CrNi17-2	550	750 – 950	14	20
1.4109 X65CrMo14	ca. 57 HRC (gehärtet)			
1.4120 X20CrMo13	550	750 – 900	14	28
1.4122 X35CrMo17-1	600	800 - 900	12	20

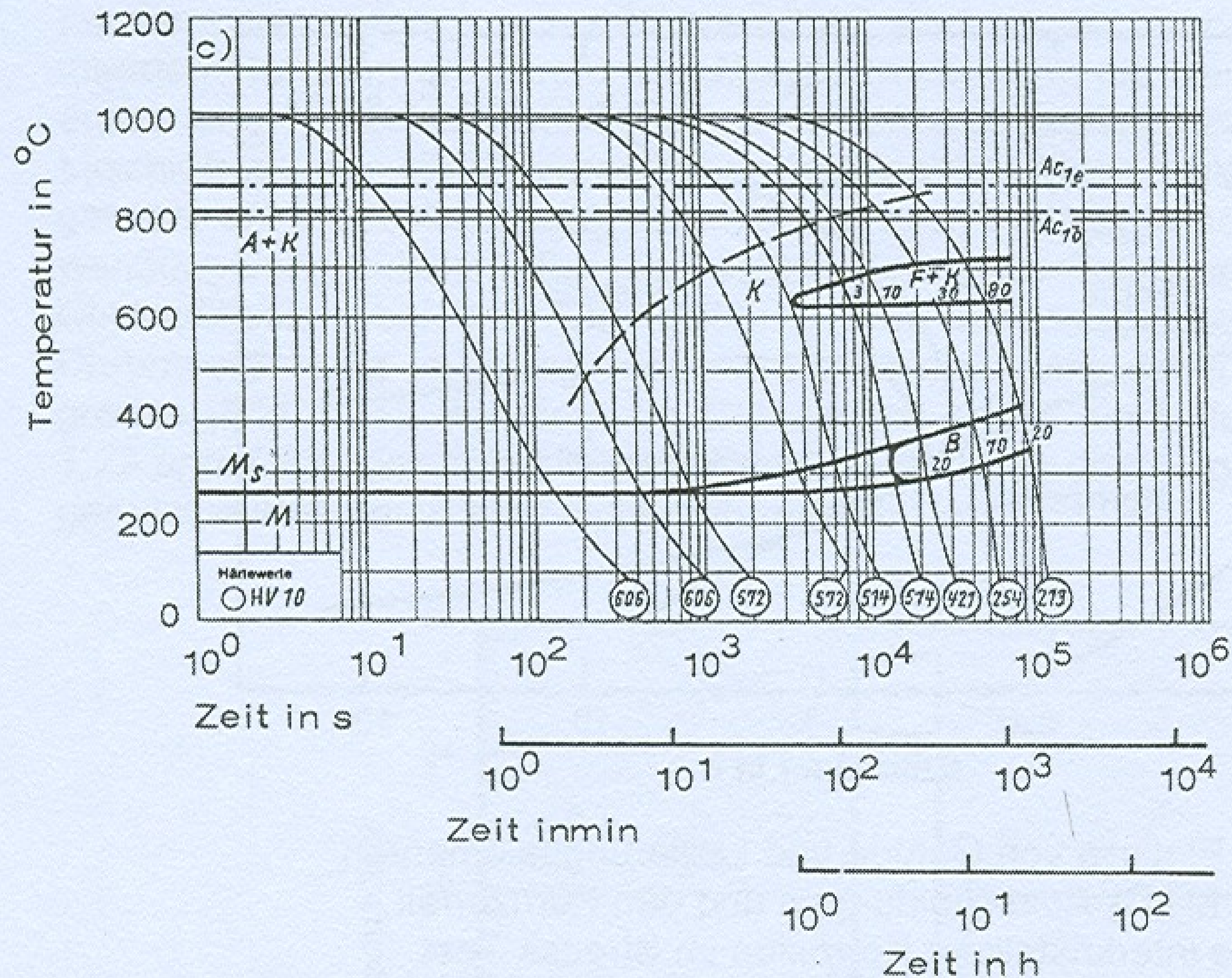
Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in Masse-%				
EN Kurzname	Werkstoff-Nr.	C	Cr	Mo	Ni	Andere
Martensitische korrosionsbeständige Stähle: Kohlenstoffmartensite						
X12Cr13	1.4006	0,08/0,15	11,5/13,5		≤ 0,75	
X12CrS13	1.4005	0,08/0,15	12,0/14,0	≤ 0,60		S 0,15/0,35
X20Cr13	1.4021	0,16/0,25	12,0/14,0			
X30Cr13	1.4028	0,26/0,35	12,0/14,0			
X46Cr13	1.4034	0,43/0,50	12,5/14,5			
X50CrMoV15	1.4116	0,45/0,55	14,0/15,0	0,50/0,80		V 0,10/0,20
X17CrNi16-2	1.4057	0,12/0,22	15,0/17,0		1,5/2,5	
X39CrMo17-1	1.4122	0,33/0,45	15,5/17,5	0,8/1,3	≤ 1,0	
X14CrMoS17	1.4104	0,10/0,17	15,5/17,5	0,20/0,60		S 0,15/0,35
Martensitische korrosionsbeständige Stähle: Nickelmartensite						
X3CrNiMo13-4	1.4313	≤ 0,05	12,0/14,0	0,3/0,7	3,5/4,5	
X4CrNiMo16-5-1	1.4418	≤ 0,06	15,0/17,0	0,80/1,50	4,0/6,0	
Ausscheidungshärtende korrosionsbeständige Stähle						
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	≤ 0,07	15,0/17,0	≤ 0,60	3,0/5,0	Cu 3,0/5,0; Nb 5xC bis 0,45
X7CrNiAl17-7	1.4568	≤ 0,09	16,0/18,0		6,5/7,8	Al 0,70/1,50
X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	≤ 0,07	13,0/15,0	1,20/2,00	5,0/6,0	Cu 1,20/2,00; Nb 0,15/0,60

Karbon-, nikkel-martenzites és hőkezeléssel növelt szilárdságú (mit Ausscheidungshärtung) martenzites rozsdamentes acélok, válogatás az MSZ EN 10088-1:2015 szabványból

Forrás: Merkblatt 821 „Edelstahl Rostfrei. Eigenschaften” 5. Auflage. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Düsseldorf, 2014. http://www.edelstahl-rostfrei.de/downloads/iser/MB_821.pdf



Rozsdamentes nikkel-martenzites acél idő-hőmérséklet átalakulási folyamata (*Gümpel*, 2016.)



Kohlenstoff-martensitischer Stahl 1.4021

Kontinuierliche Abkühlung

Rozsdamentes karbon-martenzites acél idő-hőmérséklet átalakulási folyamata (*Gümpel*, 2016.)

Idő-hőmérséklet átalakulási diagram
(angolul: „Time Temperature Transformation”, TTT-graph; németül: „Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild”, ZTU-Diagramm)

Über die Änderung einer physikalischen, messbaren Größe wie der Länge einer Probe während der Temperaturführung wird der Beginn und gegebenenfalls das Ende einer Umwandlung bestimmt. Oft lassen sich auch mehrere Umwandlungen eindeutig identifizieren. Da die meisten physikalischen Größen selber temperaturabhängig sind, bei der Länge über den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, ist dies zu berücksichtigen. Für mehrere Temperaturführungen werden der Umwandlungsbeginn und -ende in ein Zeit-Temperatur-Diagramm eingetragen. Die Zeit ist dabei meist logarithmisch aufgetragen. Oft werden die verwendeten Zeit-Temperaturpfade zur Information mit eingezeichnet.

Das isotherme ZTU-Diagramm

Prinzipdarstellung eines isothermen Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubildes. Dargestellt ist eine Erwärmungstransformation vom Zustand B nach A. Die rote Linie kennzeichnet den zeitlichen Temperaturverlauf der Erwärmung. Die Prozentangaben kennzeichen den Anteil der zeitabhängigen Transformation; innerhalb der Transformation sind beide Zustände als Gemisch vorhanden.

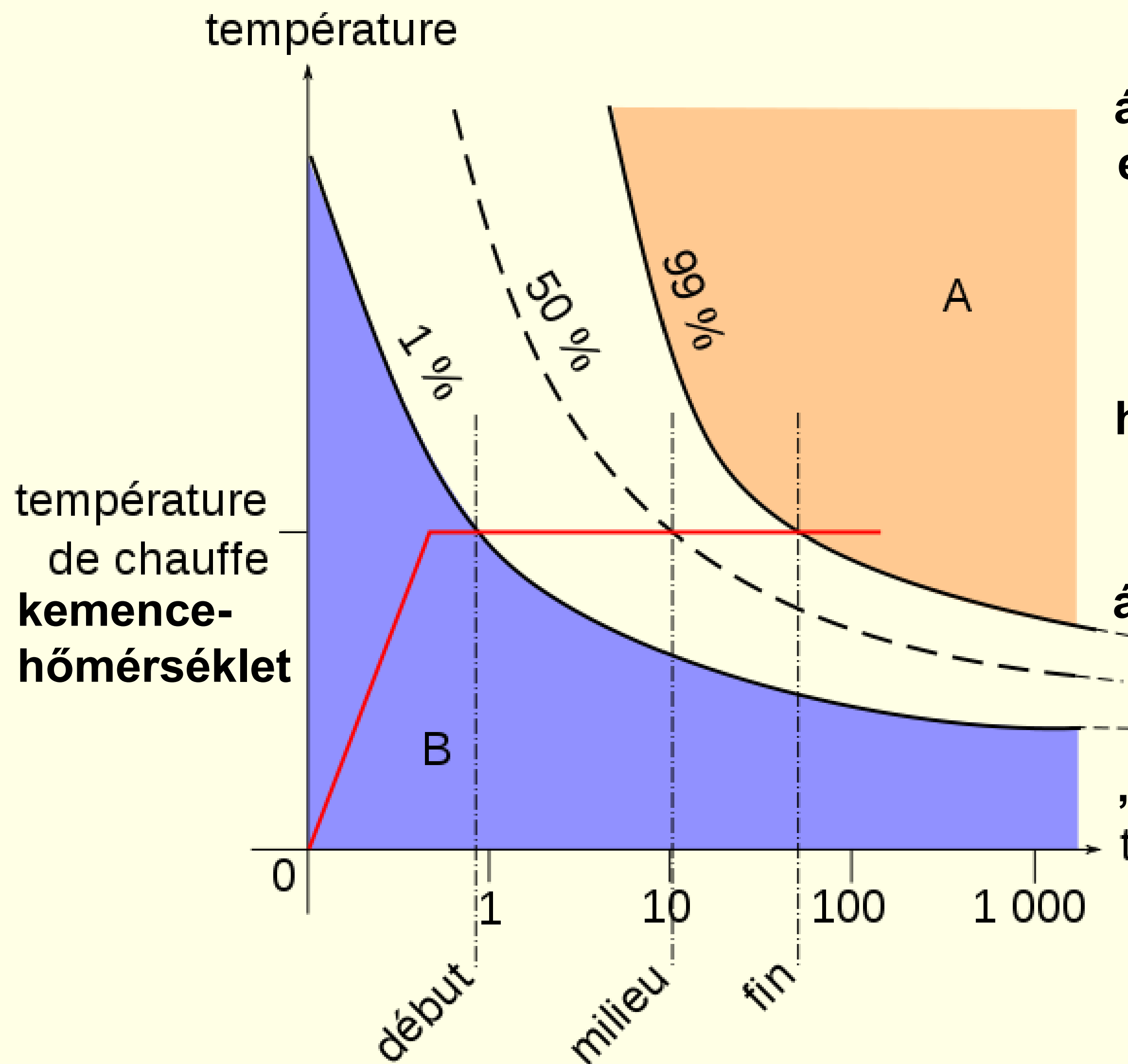
Nach der Austenitisierung (Wärmebehandlung beim Härten von Stahl) wird das Werkstück sehr schnell auf die gewünschte Temperatur gebracht und solange gehalten, bis alle Umwandlungen abgeschlossen sind, was über die Längenänderung (Dilatometer) ermittelt werden kann.

Das kontinuierliche ZTU-Diagramm

Nach der Austenitisierung wird das Werkstück mit verschiedenen Abkühlgeschwindigkeiten bis auf Raumtemperatur abgekühlt. Dabei werden die Umwandlungspunkte festgehalten. Zusätzlich wird am Ende der Abkühlkurve meist noch die erreichbare Härte notiert.

Die beiden Arten der Diagramme müssen streng getrennt betrachtet werden.

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild



Az idő-hőmérséklet átalakulási diagram izotermái előállításának elvi diagramja.

Átalakulás „B” állapotból „A” állapotba.

A piros vonal a felfűtési hőmérséklet időbeli változást mutatja.

A százalékos értékek az átalakulás mértékét fejezik ki.

Átalakulás közben a pillanatnyi állapot az „A” és „B” állapot elegye (keveréke)

átalakulás kezdete közepe vége

Forrás: https://de.wikipedia.org/wiki/Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild

A következő ábrákon előforduló fogalom a permeabilitás.

A permeabilitás, mágneses permeabilitás vagy abszolút permeabilitás a B mágneses indukciót és a H mágneses térerősséget összekötő arányossági tényező. Jele: a görög μ (*ejtsd*: mű), mértékegysége a henry/méter, 1 H/m = 1 V•s/A•m.

$$B = \mu \cdot H$$

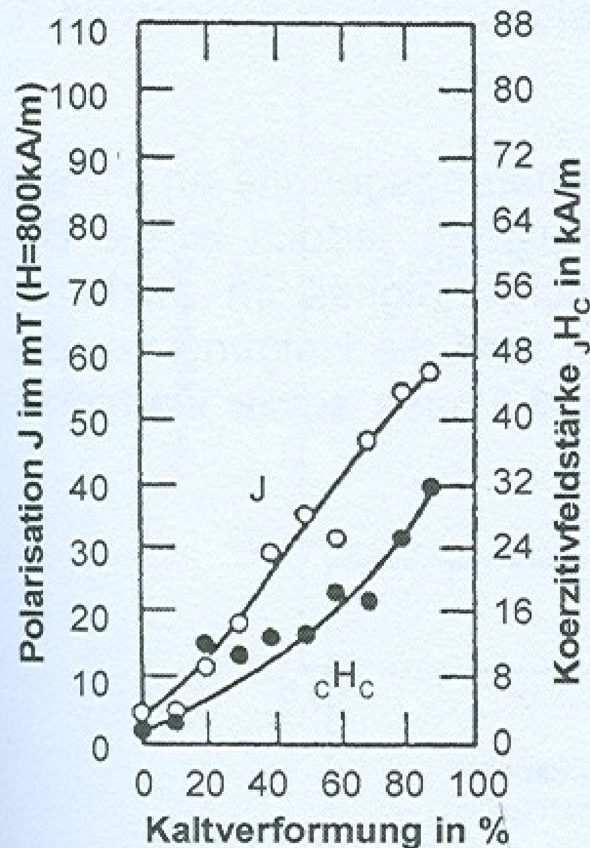
ahol μ általában egy komplex másodrendű tenzor, a közegre jellemző mennyiség. Homogén, izotróp közegben, időben nem – vagy csak lassan – változó terek esetén a permeabilitás egy valós szám, amely a mágneses indukció és térerősség abszolút értékének hányadosaként írható:

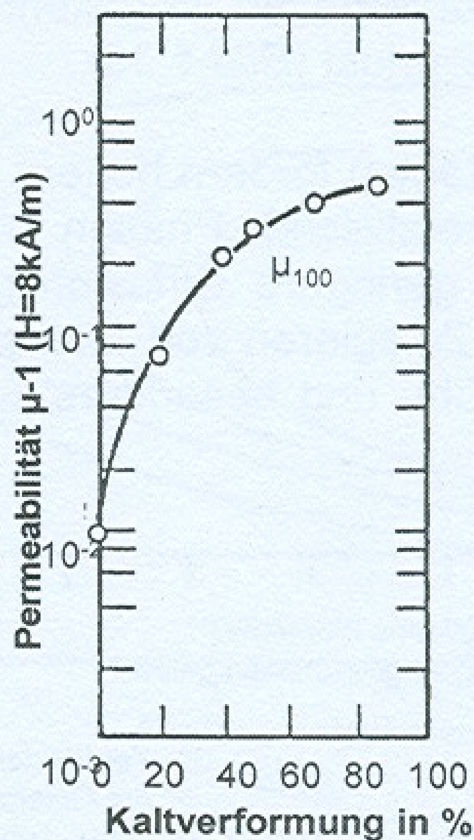
$$\mu = B / H$$

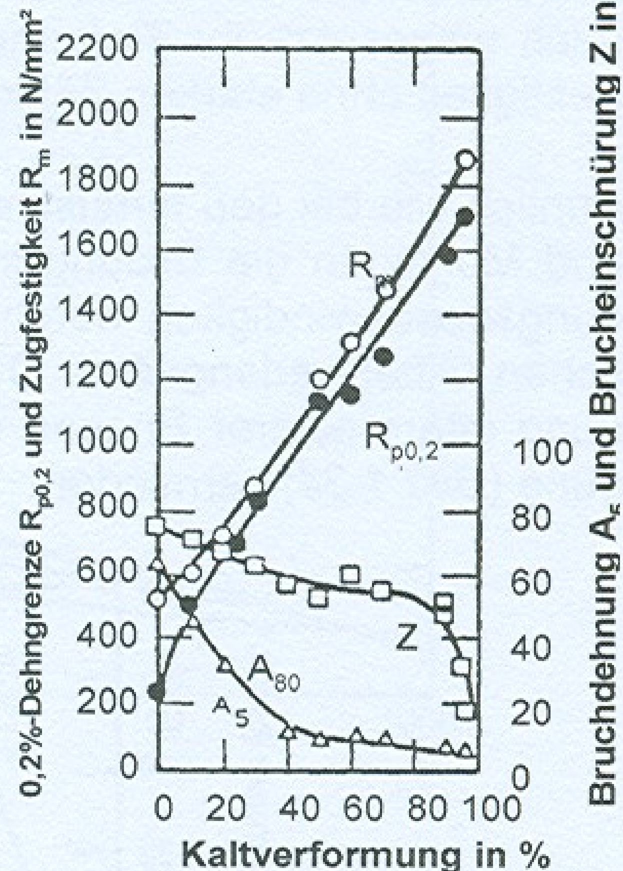
Neve a latin *permeare* „átengedni" szóból származik.

A permeabilitást a közeg mágneses teret „áteresztő képességének" foghatjuk fel, minél nagyobb ugyanis az értéke, az adott áram hatására mindig ugyanakkora mágneses térerősség mellett a mágneses tér mozgatóerejét valójában jellemző mágneses indukció annál nagyobb benne.

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Permeabilitás





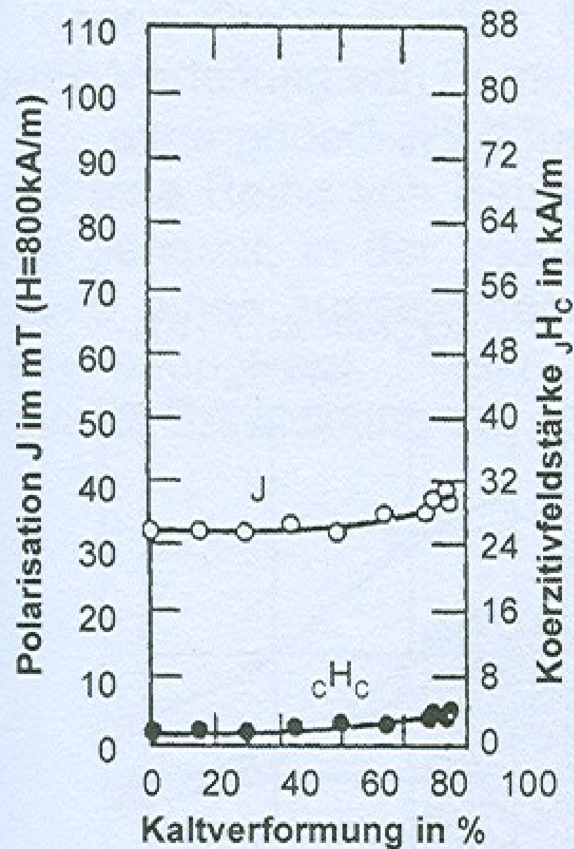


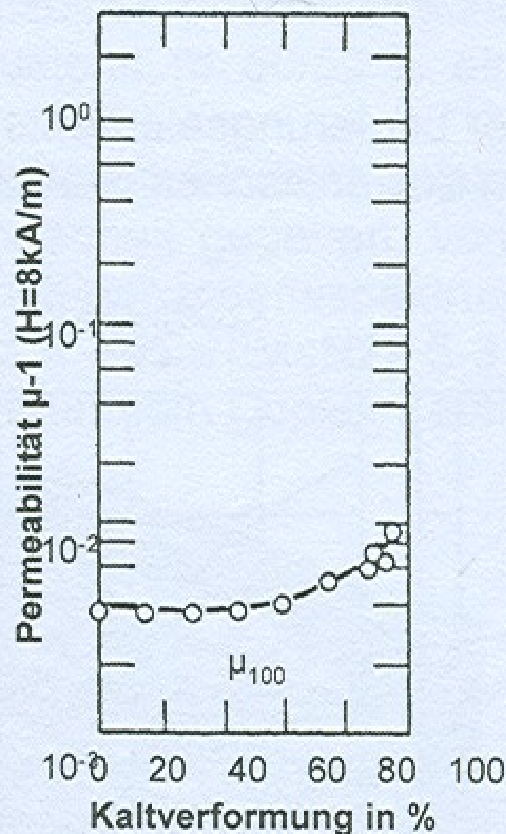
Magnetische Eigenschaften

Mechanische Eigenschafte

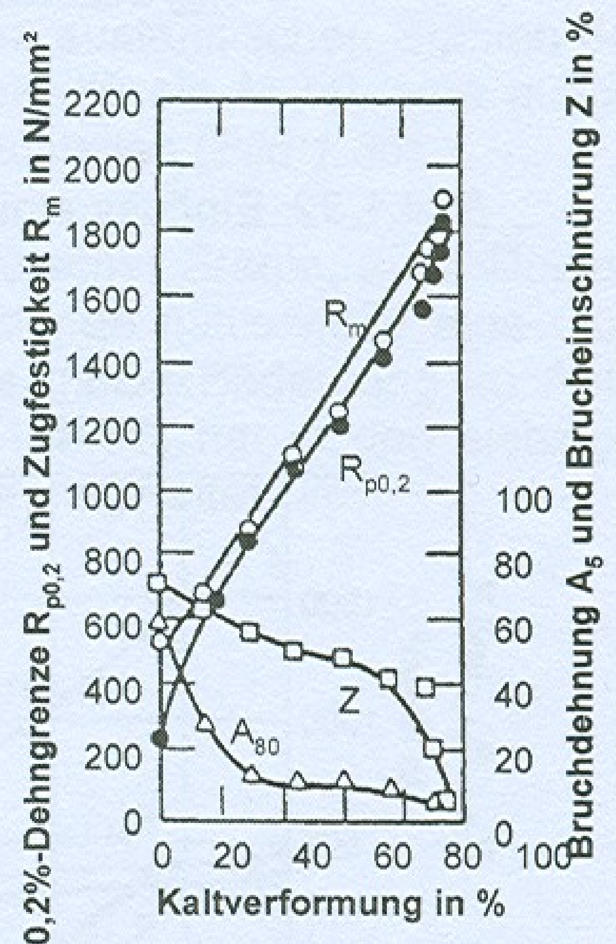
usgangszustand: 1080°C, 30 min / Wasser

Hideg alakítás hatása az X2CrNi19-11 (1.4306) jelű rozsdamentes acél magnezites és mechanikai tulajdonságaira (*Gümpel*, 2016.)





Magnetische Eigenschaften



Mechanische Eigenschaften

Ausgangszustand: 1080°C, 30 min / Wasser

Hideg alakítás hatása az X2CrNi18-15-4 (1.4438) jelű rozsdamentes acél magnezites és mechanikai tulajdonságaira (*Gümpel*, 2016.)

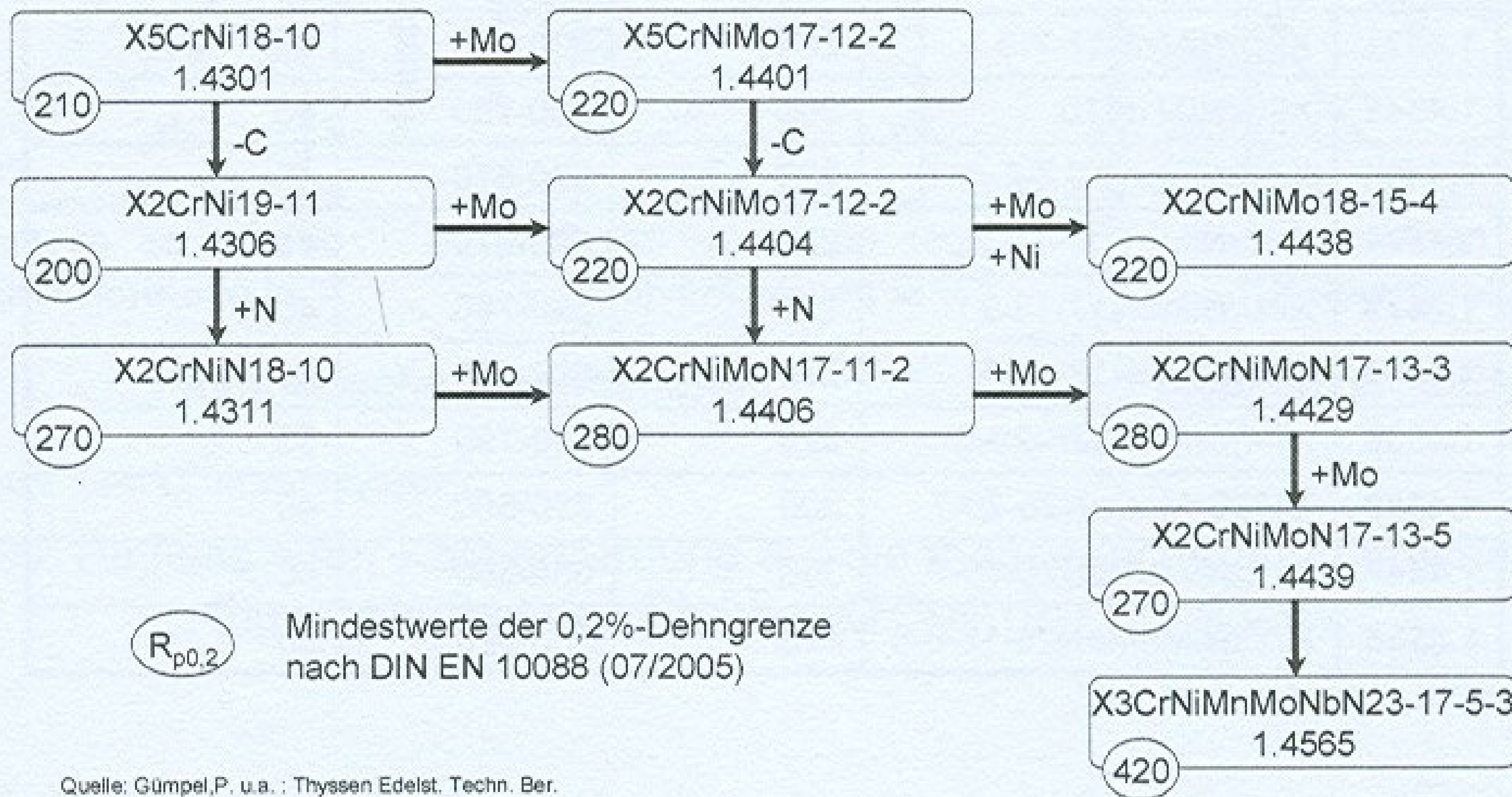
3. Ausztenites rozsdamentes acélok

Fő ötvözők: króm (Cr), nikkel (Ni), molibdén (Mo). Nikkel-tartalma nagyobb, mint a ferrites-ausztenites rozsdamentes acéloké. A mangán-ausztenites acélok ötvözőként mangánt (Mn) is tartalmaznak (*Gümpel*, 2016.).

Az ausztenites acélok a legáltalánosabban elterjedt saválló acélok. Különösen jól megmunkálhatóak.

Összetételüktől függően változik hegeszthetőségük pl. Wnr. 1.4301 (KO-33), Wnr. 1.4541 (KO-36) és Wnr. 1.4571 (KO-35) kiválóan hegeszthető, míg a jól forgácsolható Wnr. 1.4305 (KO-36S) nem ajánlott hegesztésre. Hidegen és melegen is jól alakíthatóak. Korrózióálló képességük nagyon jó. Bizonyos körülmények között nem mágnesezhetőek. Rossz hővezetők.
Kristályközi korrózióval szemben általában ellenállóak. Jól polírozható minőség a Wnr. 1.4301 (KO-33) és a WNr. 1.4404, kevésbé polírozhatóak: Wnr. 1.4541 (KO-36), 1.4571 (KO-35).

(Forrás: http://www.perkor.hu/rozsdamentes-es-hoallo-acelok-anyagismerete)



Rozsdamentes ausztenites acélok ötvözői a 0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó névleges folyáshatár feltüntesével (*Gümpel*, 2016.)

Ausztenites rozsdamentes acélok alapvető típusai és alkalmazása (*Gümpel*, 2016.)

Grundtyp	Typische Stähle nach Norm EN 10088 (ASTM A 240)	Anwendung Anwendungsbereiche bzw. -komponenten
18% Chrom 8–10% Nickel	1.4301 (S30400) 1.4306 (S30403) 1.4541 (S32100)	Chemische Industrie Haushalt Nahrungsmittelindustrie Apparate- und Behälterbau Rohrleitungen Umwelttechnik Rauchgasentschwefelung Wasseraufbereitung Offshoretechnik Meerestechnik/ Meerwasserentsalzung Bauwesen
17% Chrom 12–14% Nickel 2% Molybdän	1.4401 (S31600) 1.4435 (S31603) 1.4571 (S31635)	
Sonderstähle: bis 25% Chrom bis 25% Nickel bis 7% Molybdän bis 0,50% Stickstoff (Kupfer) **Nitrogén** **(Réz)**	1.4565 (S34565) 1.4547 (S31254) 1.4529 (N08926) 1.4563 (N08028)	

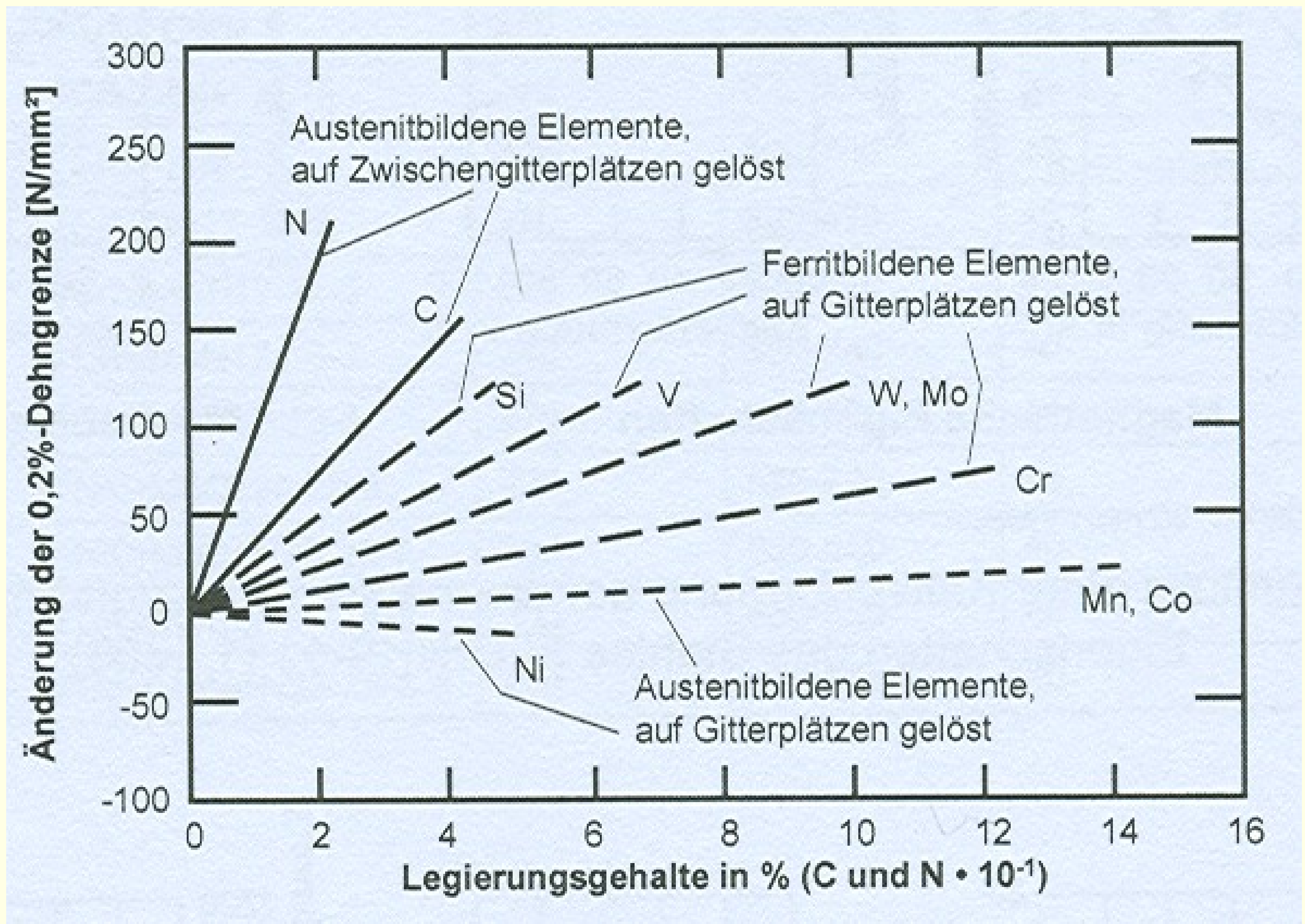
Ausztenites rozsdamentes acélok mechanikai tulajdonságai (*Gümpel*, 2016.)

Stahl	Kurzname	Rp 0,2 (min) in N/mm²	Rm in N/mm²	A5 (min. quer) in %
1.4301	X5CrNi18-10	210	520-720	45
1.4306	X2CrNi19-11	200	500-700	45
1.4311	X2CrNiN18-10	270	550-750	40
1.4315	X5CrNiN19-9	270	500-750	40
1.4371	X2CrNiMnN17-7-5	280	630-830	35
1.4541	X6CrNiTi18-10	200	500-700	40
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	220	520-670	45
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	220	520-670	45
1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	280	580-780	40
1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	270	580-780	40
1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	220	520-720	35
1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	300	650-850	40
1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-7	300	650-850	40
1.4565	X2CrNiMnMoN25-18-6-5	420	800-950	30

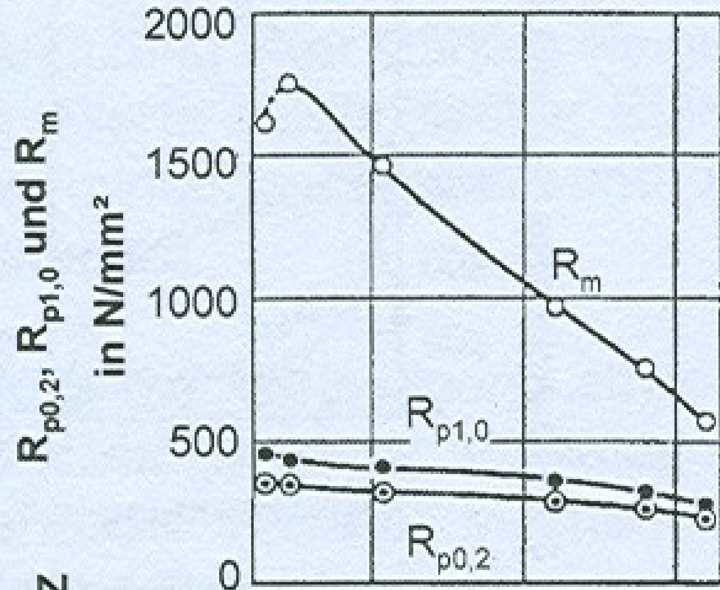
Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in Masse-%				
EN Kurzname	Werkstoff-Nr.	C	Cr	Mo	Ni	Andere
Austenitische korrosionsbeständige Stähle						
X5CrNi18-10	1.4301	≤ 0,07	17,5/19,5		8,0/10,5	N ≤ 0,11
X4CrNi18-12	1.4303	≤ 0,06	17,0/19,0		11,0/13,0	N ≤ 0,11
X8CrNiS18-9	1.4305	≤ 0,10	17,0/19,0		8,0/10,0	S 0,15/0,35; Cu ≤ 1,00
X2CrNi19-11	1.4306	≤ 0,030	18,0/20,0		10,0/12,0	N ≤ 0,11
X2CrNi18-9	1.4307	≤ 0,030	17,5/19,5		8,0/10,5	N ≤ 0,11
X2CrNi18-10	1.4311	≤ 0,030	17,5/19,5		8,5/11,5	N 0,12/0,22
X6CrNiTi18-10	1.4541	≤ 0,08	17,0/19,0		9,0/12,0	Ti 5xC bis 0,70
X6CrNiNb18-10	1.4550	≤ 0,08	17,0/19,0		9,0/12,0	Nb 10xC bis1,00
X3CrNiCu18-9-4	1.4567	≤ 0,04	17,0/19,0		8,5/10,5	Cu 3,0/4,0
X10CrNi18-8	1.4310	0,05/0,15	16,0/19,0	≤ 0,80	6,0/9,5	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	≤ 0,07	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	≤ 0,030	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	≤ 0,08	16,5/18,5	2,00/2,50	10,5/13,5	Ti 5xC bis 0,70
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	≤ 0,030	16,5/18,5	2,5/3,0	11,0/14,0	N 0,12/0,22
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	≤ 0,030	17,0/19,0	2,5/3,0	12,5/15,0	N ≤ 0,10
X3CrNiMo17-13-3	1.4436	≤ 0,05	16,5/18,5	2,5/3,0	10,5/13,0	N ≤ 0,10
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	≤ 0,030	16,5/18,5	4,0/5,0	12,5/14,5	N 0,12/0,22
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	≤ 0,020	19,0/21,0	4,0/5,0	24,0/26,0	Cu 1,20/2,00; N ≤ 0,15
X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	≤ 0,030	24,0/26,0	4,0/5,0	16,0/19,0	Mn 5,0/7,0; N 0,30/0,60; Nb ≤ 0,15
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	≤ 0,020	19,0/21,0	6,0/7,0	24,0/26,0	Cu 0,50/1,50; N 0,15/0,25
X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	≤ 0,020	19,5/20,5	6,0/7,0	17,5/18,5	Cu 0,50/1,00; N 0,18/0,25
X1CrNiMoCuN24-22-8	1.4652	≤ 0,020	23,0/25,0	7,0/8,0	21,0/23,0	Mn 2,0/4,0; N 0,45/0,55

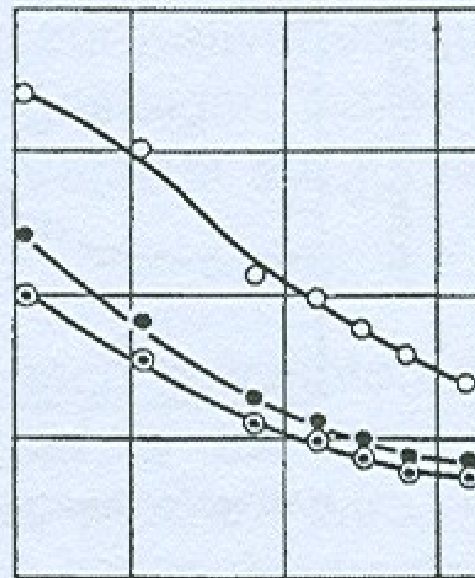
Ausztenites rozsdamentes acélok, válogatás az MSZ EN 10088-1:2015 szabványból

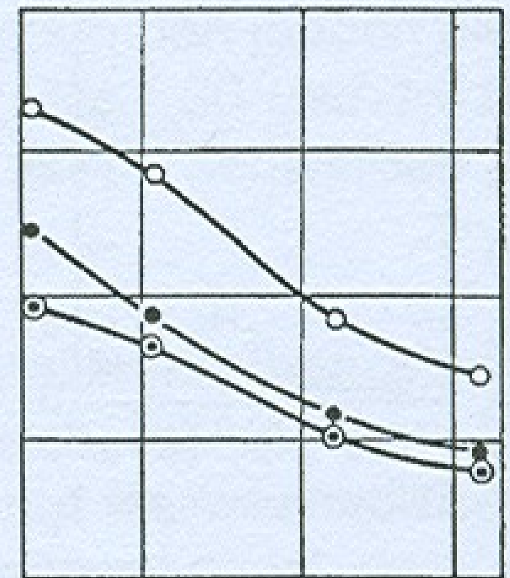
Forrás: Merkblatt 821 „Edelstahl Rostfrei. Eigenschaften" 5. Auflage. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Düsseldorf, 2014.
http://www.edelstahl-rostfrei.de/downloads/iser/MB_821.pdf

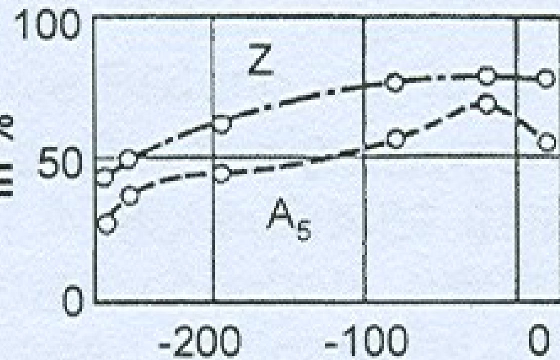


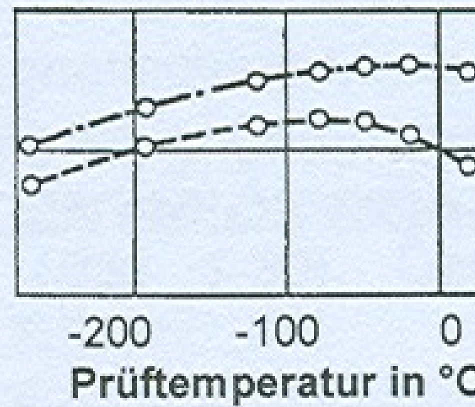
Néhány ötvöző elem hatása az ausztenites rozsdamentes acél 0,2%-os maradó alakváltozáshoz tartozó névleges folyáshatárára (*Gümpel*, 2016.)

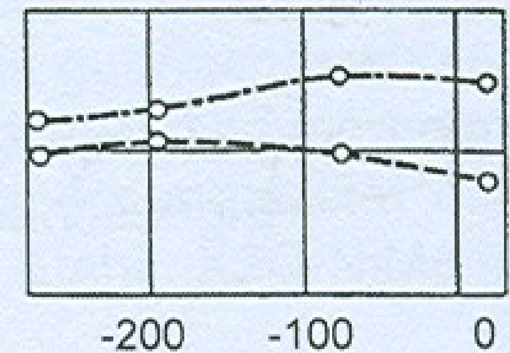












Rozsdamentes króm-nikkel acélok mechanikai tulajdonsága alacsony hőmérsékleten (*Gümpel*, 2016.)

4. Ferrites-ausztenites (duplex) rozsdamentes acélok

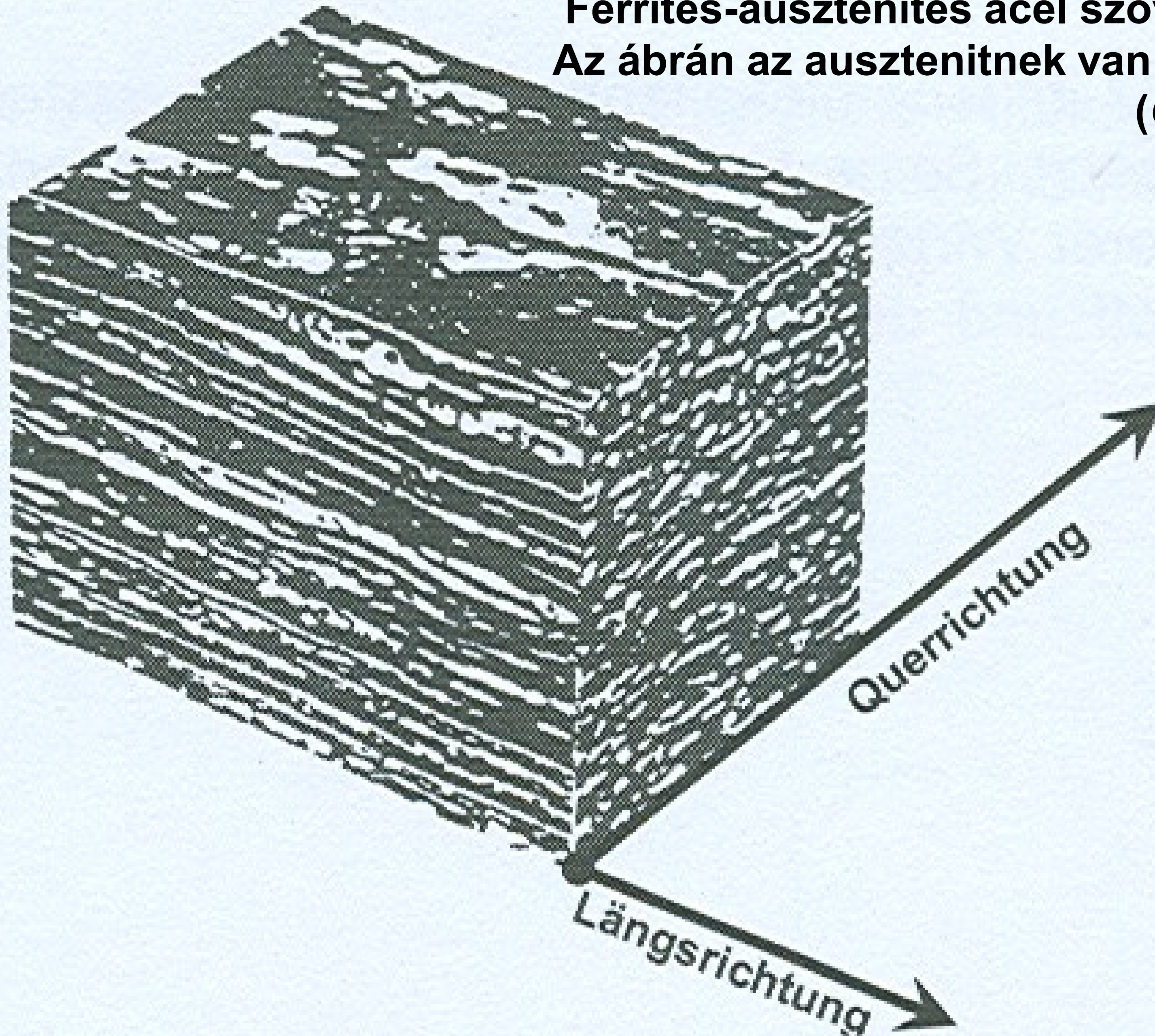
Fő ötvözők: króm (Cr), nikkel (Ni), molibdén (Mo)

A ferrites-ausztenites acélokat duplex acélnak is nevezik.

Duplex" szó jelentése: kettős - az acél szövegszerkezetét ugyanis két fázis alkotja: ferrites és ausztenites. Ennek jelentősége, hogy mindkettő előnye kihasználható: a ferrit javítja a korrózióállóságot, az ausztenit pedig biztosítja a szívósságot, alakíthatóságot és hegeszthetőséget. Az ausztenites minőségeknél is jobban nyújthatóak. Korrózióálló képességük kitűnő. Az ipari fejlődés hatására több alfaja is elterjedt: „normál duplex", „lean duplex", „szuper duplex", „hiperduplex".

(Forrás: http://www.perkor.hu/rozsdamentes-es-hoallo-acelok-anyagismerete).

Ferrites-ausztenites acél szövetszerkezete. Az ábrán az ausztenitnek van világos színe. (*Gümpel*, 2016.)



Ferrites-ausztenites rozsdamentes acélok alapvető típusai és alkalmazása (*Gümpel*, 2016.)

Grundtyp	Typische Stähle nach Norm EN 10088 (ASTM A 240)	Anwendungsbereiche Komponenten
21% Cr; 1,5% Ni; 4% Mn; 0,2% N	1.4162 (S32101)	Chemische Industrie Onshore- / Offshoretechnik Chemikalientankerbau
23% Cr; 4% Ni; 0,10% N	1.4362 (S32304)	
22% Cr; 5% Ni; 3% Mo; 0,15% N	1.4462 (S31803/S32205)	Meerestechnik / Meerwasserentsalzung
25% Cr; 7% Ni; 3% Mo; 0,25% N; (Cu; W)	1.4501 (S32760) 1.4410 (S32750)	Behälter Apparate Rohrleitungen

Ferrites-ausztenites rozsdamentes acélok mechanikai tulajdonságai (*Gümpel*, 2016.)

Stahl	Kurzname nach Norm: EN 10088 (ASTM A 240)	Rp 0,2 in N/mm² (min)	Rm in N/mm²	A5 in % (quer, min)
1.4162	(S32101)	450	650	30
1.4362	X2CrNi23-4 (S32304)	400	630-800	25
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3 (S31803/S32205)	460	640-840	25
1.4501	X2CrNiMoWN25-7-4 (S32760)	530	730-930	25(längs)
1.4410	X2CrNiMoN25-7-4 (S32750)	530	730-930	20

Zusammensetzung der Legierung in Gewichts-%

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Cu	S
Legierung 1	0,015	0,19	0,91	29,26	8,00	2,07	0,31	0,025	0,0043
Legierung 2	0,016	0,16	1,01	28,81	7,48	2,50	0,37	0,035	0,0032
Legierung 3	0,016	0,16	0,87	30,51	6,20	2,08	0,44	0,034	0,0042

Legierungsanteile in den Gefügebestandteilen in Gewichts-%

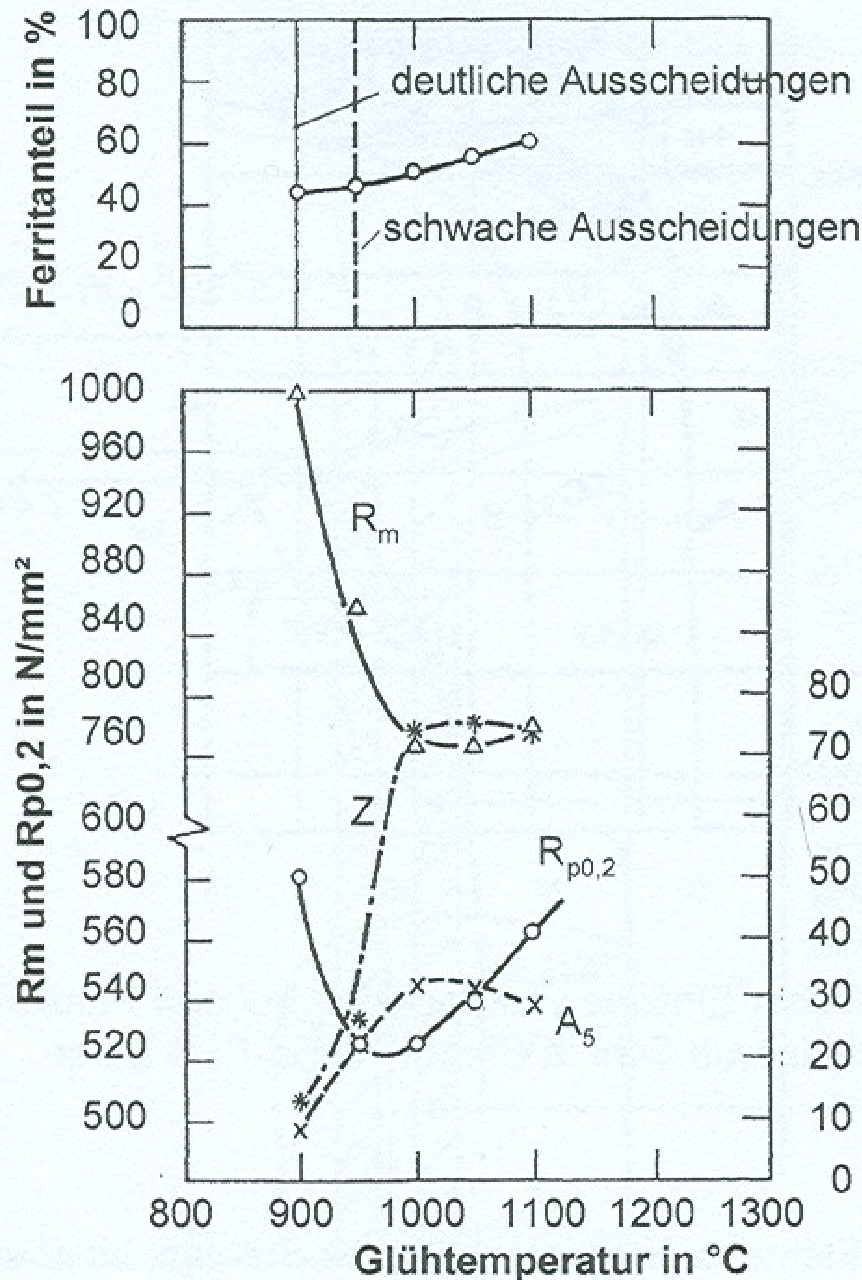
		Cr	Ni	Mo	N
Legierung 1	Ferrit	32,59 ± 0,48	5,47 ± 0,18	2,60 ± 0,14	0,00 ± 0,03
	Austenit	27,88 ± 0,31	9,24 ± 0,20	1,58 ± 0,14	0,62 ± 0,03
Legierung 2	Ferrit	31,78 ± 0,42	5,27 ± 0,32	3,16 ± 0,12	0,00 ± 0,02
	Austenit	28,15 ± 0,48	8,48 ± 0,18	1,93 ± 0,08	0,75 ± 0,03
Legierung 3	Ferrit	32,31 ± 0,31	4,58 ± 0,13	2,40 ± 0,11	0,00 ± 0,03
	Austenit	30,16 ± 0,25	6,99 ± 0,20	1,64 ± 0,13	0,98 ± 0,04

Példa a Duplex-acélok ötvözőinek tömegszázalékára (*Gümpel*, 2016.)

Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in Masse-%				
EN Kurzname	Werk-stoff-Nr.	C	Cr	Mo	Ni	Andere
Austenitisch-ferritische korrosionsbeständige Stähle						
X2CrNi22-2	1.4062	≤ 0,03	21,5/24,0	≤ 0,45	1,00/2,90	N 0,16/0,28
X2CrMnNiN21-5-1	1.4162	≤ 0,04	21,0/22,0	0,10/0,80	1,35/1,70	Mn 4,0/6,0; N 0,20/0,25; Cu 0,10/0,80
X2CrNiN23-4	1.4362	≤ 0,03	22,0/24,0	0,10/0,60	3,5/5,5	Cu 0,10/0,60
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	≤ 0,03	21,0/23,0	2,5/3,5	4,5/6,5	N 0,10/0,22
X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662	≤ 0,03	23,0/25,0	1,00/2,00	3,0/4,5	Mn 2,5/4,0; Cu 0,10/0,80
X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	≤ 0,03	24,0/26,0	3,0/4,5	6,0/8,0	N 0,24/0,35
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	≤ 0,03	24,0/26,0	3,0/4,0	6,0/8,0	Cu 0,50/1,00; W 0,50/1,00; N 0,20/0,30

Ferrites-ausztenites rozsdamentes acélok, válogatás az MSZ EN 10088-1:2015 szabványból

Forrás: Merkblatt 821 „Edelstahl Rostfrei. Eigenschaften” 5. Auflage. Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Düsseldorf, 2014. http://www.edelstahl-rostfrei.de/downloads/iser/MB_821.pdf



Hőkezelés hatása az X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) jelű acél szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira (*Gümpel*, 2016.)

A szívósság (Zähigkeit, toughness) a szilárd anyagok igen becses műszaki tulajdonsága. Ellentéte a ridegség (rideg anyag az üveg, a kerámia, egyes műanyagok, az edzett acél). Szívós anyag a bőr, a lágyacél, holott rideg az üveg, az öntöttvas stb. **Szívósság** az anyag idomíthatóságának az a foka, amelyen belül a húzásra igénybe vett rúd egész hosszában egyenletesen deformálódik, míg azt az idomíthatóságot, amelynél a húzott rúd helyenként erősebb alakváltozást szenved **képlékenységnek** nevezik. Szerkezeti anyagoknál a szívósság becsesebb sajátság a képlékenységnél, mert a **szívóssági** alakváltozásoknál az egész szerkezet vesz részt a teherhordásban (ellenállásban), a **képlékenységi** alakváltozásoknál pedig annak csak csekély része. A szívósság tulajdonképpen molekuláris helyzeti erély, amely igénybevételekkel csökkenthető és oly műveletekkel, amelyek a molekulákat eredeti helyzetükbe visszaterelik, fémeknél például izzítással, bizonyos határig növelhető.

A szívósság jellemzője, hogy szoros kapcsolatban áll a keménységgel, illetőleg, hogy azonos anyagnál a szívósság csökkenésével a keménység növekedik és viszont a szívósság növekedésével a keménység csökken. A kiizzított vas vagy acél mindig lágyabb az igénybevételekkel ridegítettnél. A képlékenységnél ezen jelenség nem áll elő; ennél az igénybevételek nem fokozzák a keménységet.

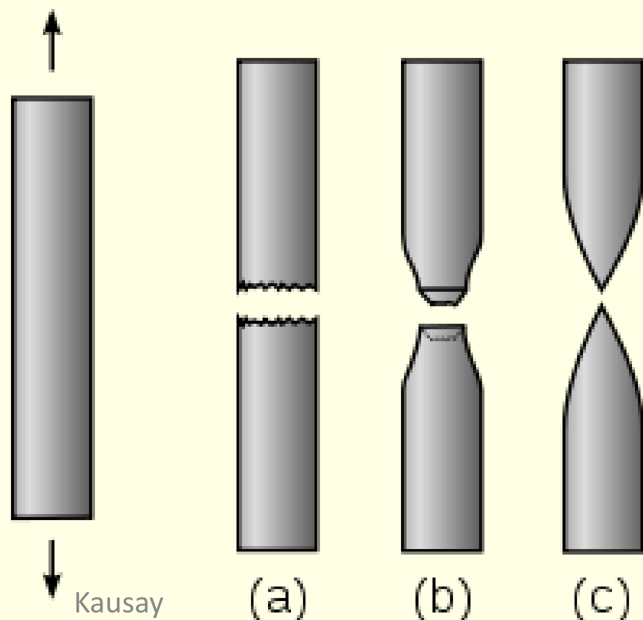
Forrás: www.kislexikon.hu/szivossag.htm

Képlékenység (németül: Duktilität, angolul: ductility) is. Régebben szinonimája volt a kovácsolhatóság, kalapácsolhatóság, nyújthatóság fogalmának)

A **képlékeny acél** alakváltozása terheléskor, a folyáshatár elérése után, a teher növekedésének arányánál nagyobb arányú. A képlékeny acél rugalmassági modulusa a teher növekedésével csökken.

A képlékenység az tulajdonság, amelynek folytán a tartószerkezet teherbírási tartalékainak kimerülése a tönkremenetel előtt jól látható.

Az acél képlékeny alakváltozása szakadás előtt (fajtától függően) akár 25% is lehet.



Acél pálca

(a) rideg törése

(b) **képlékeny** törése

(c) **teljesen képlékeny** törése

Forrás:

https://de.wikipedia.org/wiki/Duktilit%C3%A4t

A betonacél *A*, *B*, *C* duktilitási (alakíthatósági) osztályának egyik követelménye, a szakítószilárdság (f_t) és a folyáshatár (f_y) hányadosa jellemző (karakterisztikus) értékének megengedett legkisebb értéke, rendre:

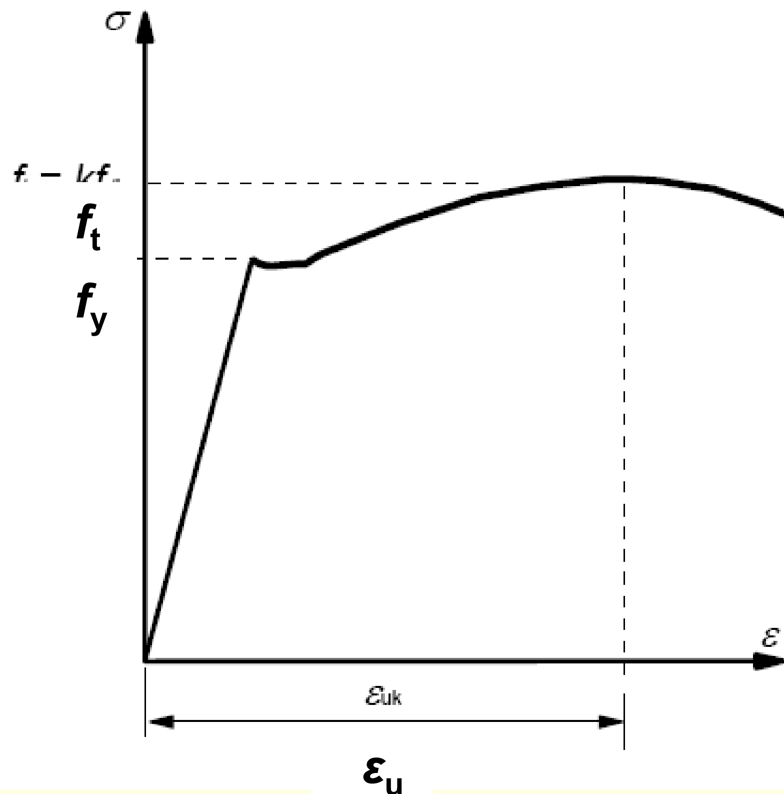
$$(f_t/f_y)_k \geq 1{,}05 \text{ (}A\text{ osztály);}$$
$$(f_t/f_y)_k \geq 1{,}08 \text{ (}B\text{ osztály);}$$
$$(f_t/f_y)_k \geq 1{,}15 \text{ (}C\text{ osztály),}$$

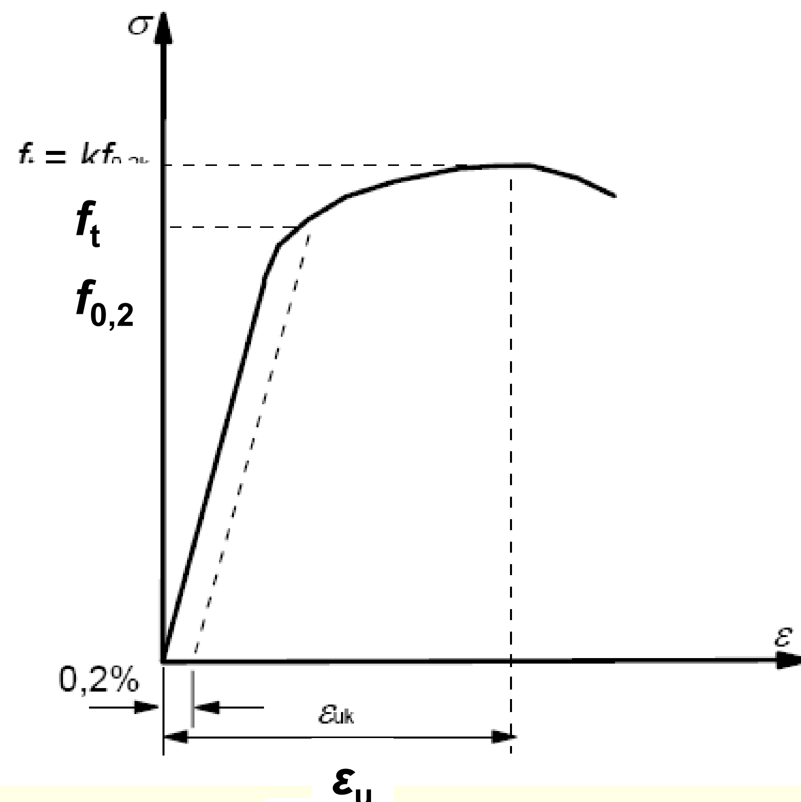
de < 1,35. Ez a hányados mintegy 15 évvel ezelőtt még jelentősen nagyobb szám volt, azaz az újabb gyártmányok esetén a folyáshatár közelít a szakítószilárdsághoz.

A másik követelmény a legnagyobb teherhez tartozó fajlagos megnyúlás jellemző (karakterisztikus) értékének megengedett legkisebb értéke, rendre:

$$\varepsilon_{uk} \geq 2{,}5\% \text{ (}A\text{ osztály);}$$
$$\varepsilon_{uk} \geq 5{,}0\% \text{ (}B\text{ osztály);}$$
$$\varepsilon_{uk} \geq 7{,}5\% \text{ (}C\text{ osztály)}$$

(MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány C1. táblázatából).





Melegen hengerelt betonacél **Hidegen alakított betonacél**

húzófeszültség – fajlagos megnyúlás diagramja

f_t = szakítószilárdság, jele a *Gümpel*-féle (2016) könyvben: Rm

f_y = folyáshatár

A 0,2%-os maradó nyúláshoz tartozó névleges folyáshatár ($f_{0,2}$)
(nevezik 0,2%-os egyezményes folyáshatárnak is),
jele a *Gümpel*-féle (2016) könyvben: Rp 0,2

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.7. ábrája



Kontrakció = Befűződés = A keresztmetszeti terület (A_0) csökkenésének (A_0 - $A_{kontrahált}$) fajlagos értéke a szakadás helyén:

$$Z^{\%} = \frac{A_0 - A_{kontrahált}}{A_0} \times 100 = \frac{d_0^2 - d_{kontrahált}^2}{d_0^2} \times 100$$

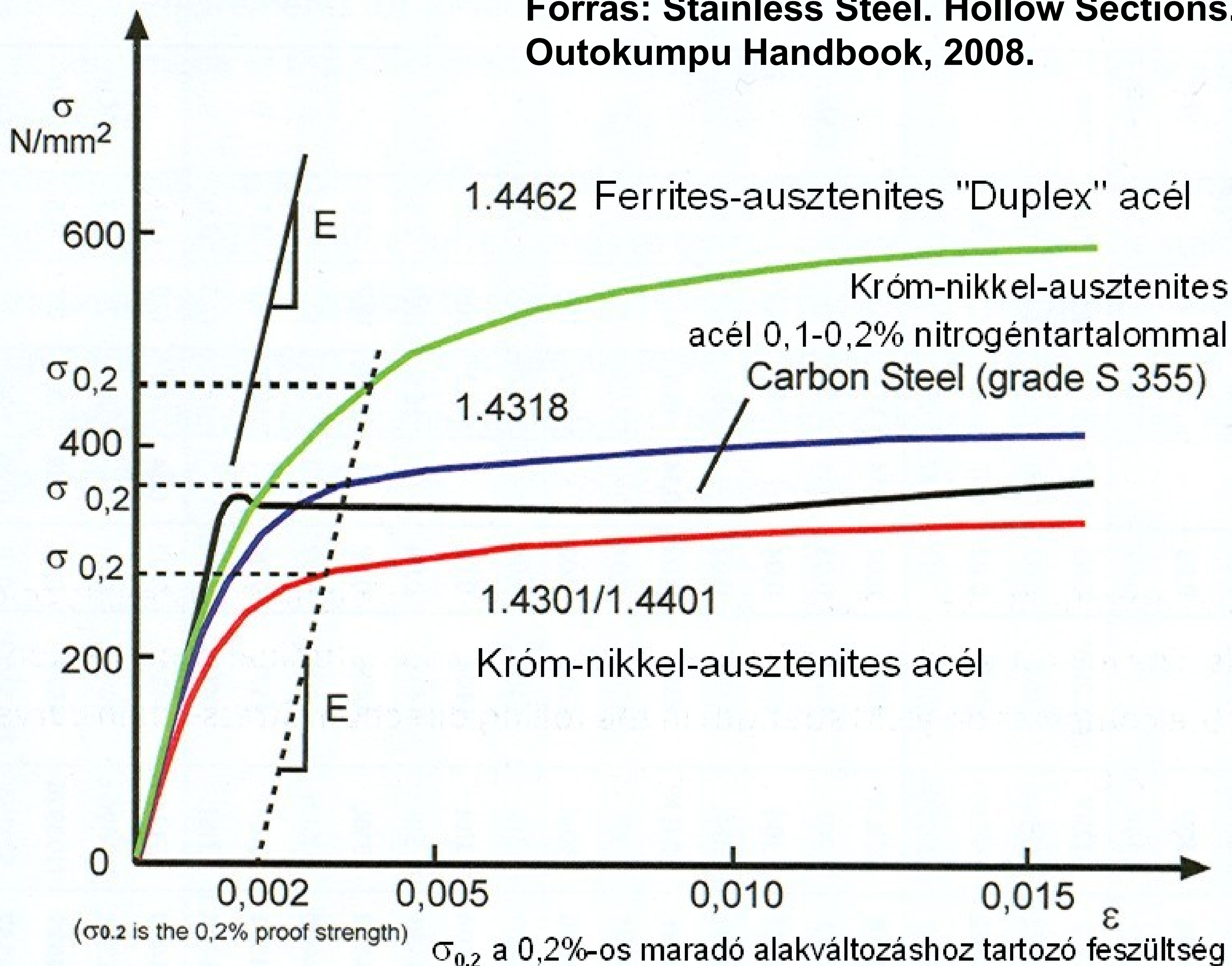


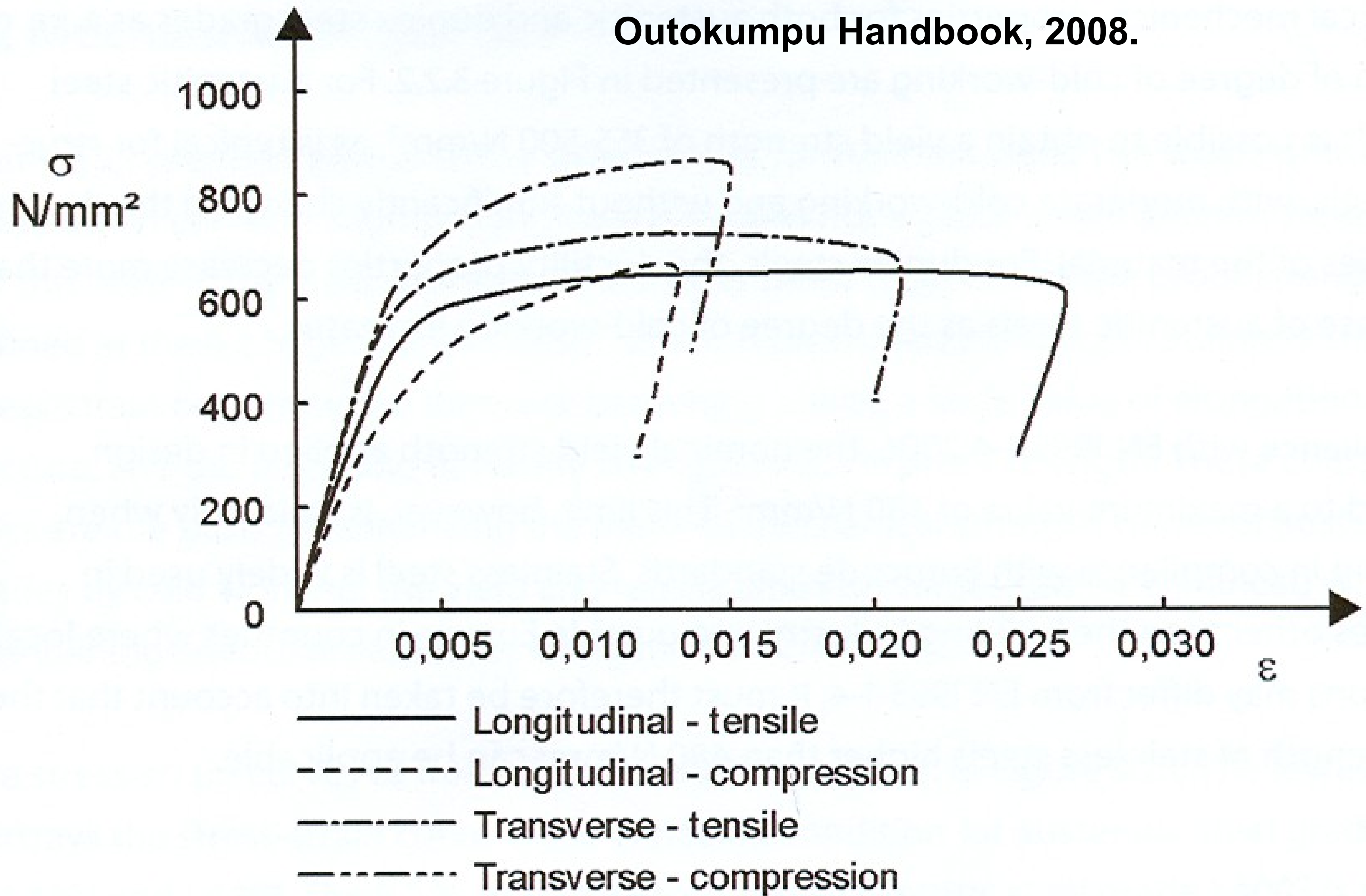
Jele a *Gümpel*-féle (2016) könyvben: A5

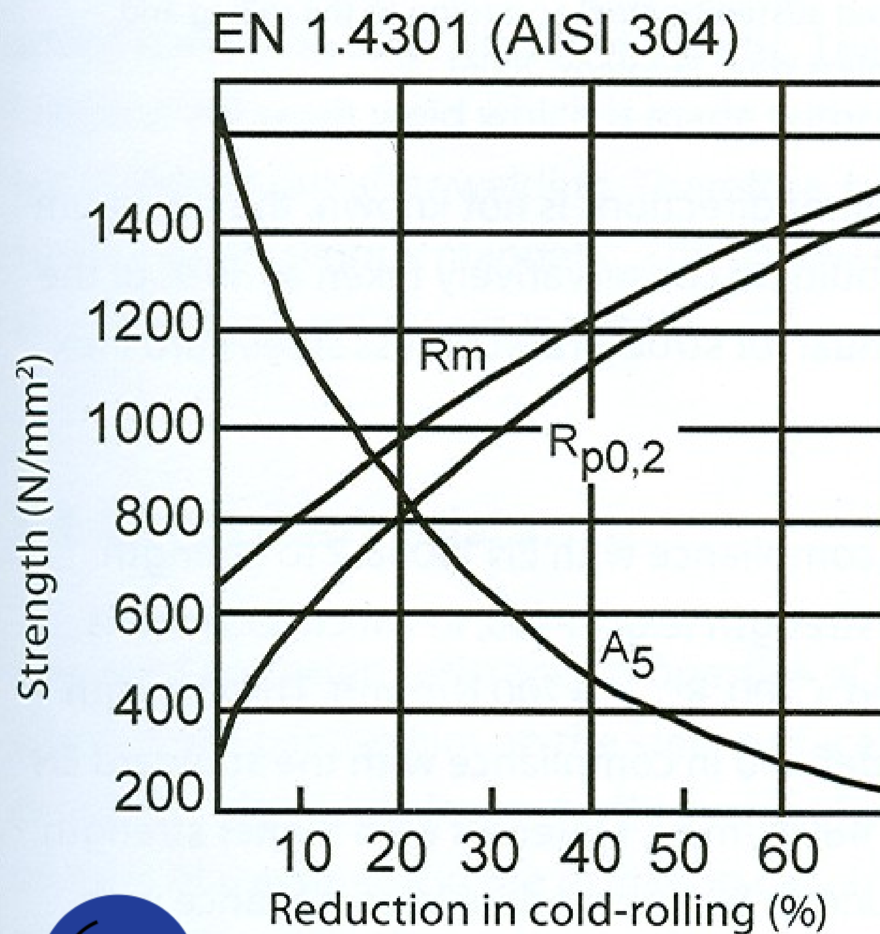
Névleges átmérő, $d_{\text{névl}}$ = 12 mm

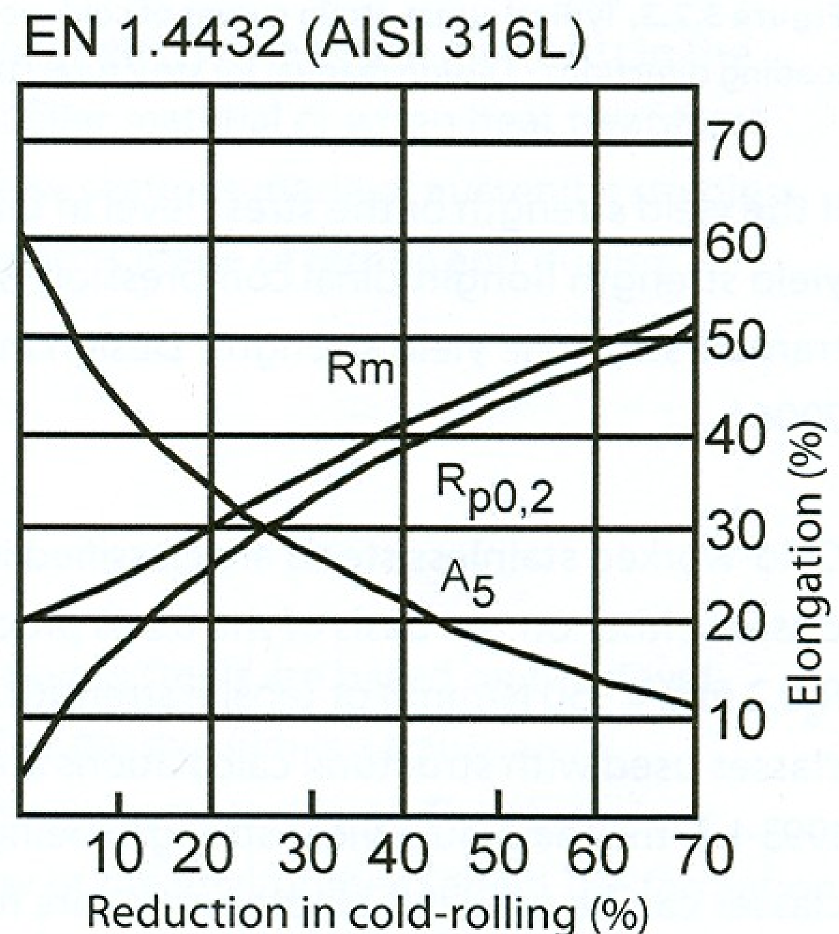
Megnyúlás 5×$d_{\text{névl}}$ = 60 mm hosszon: $\Delta L_{5\times d}$ = 73,64 – 60 = 13,64 mm

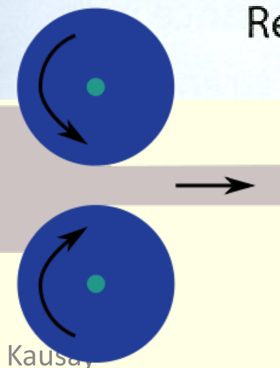
Fajlagos megnyúlás 5×$d_{\text{névl}}$ = 60 mm hosszon: $\varepsilon_{5\times d}{}^{\%}$ = 100×$\Delta L_{5\times d}$/60 = 22,7%


Forrás: Stainless Steel. Hollow Sections.
Outokumpu Handbook, 2008.
σ
N/mm2
600
400
200
0
σ 0,2
σ 0,2
σ 0,2
E
E
1.4462 Ferrites-ausztenites "Duplex" acél
Króm-nikkel-ausztenites
acél 0,1-0,2% nitrogéntartalommal
Carbon Steel (grade S 355)
1.4318
1.4301/1.4401
Króm-nikkel-ausztenites acél
0,002
0,005
0,010
0,015
ε
(σ0.2 is the 0,2% proof strength)
σ0,2 a 0,2%-os maradó alakváltozáshoz tartozó feszültség


Forrás: Stainless Steel. Hollow Sections.
Outokumpu Handbook, 2008.
σ
N/mm²
1000
800
600
400
200
0
0,005
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
ε
Longitudinal - tensile
Longitudinal - compression
Transverse - tensile
Transverse - compression







A hideghengerlés hatása a rozsdamentes acél tulajdonságaira
Forrás: Stainless Steel. Hollow Sections. Outokumpu Handbook, 2008.

Table 3.2.1. Cold-worked steels in compliance with EN 10088-2:2005 applicable when designing in accordance with EN 1993-1-4.

1)	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	Available steel grades in strip and plate products
CP350	350 - 500	-	1.4318 [2)], 1.4301, 1.4307, 1.4401, 1.4404
CP500	500 - 700	-	1.4318, 1.4301, 1.4307, 1.4401, 1.4404
C700	-	700 - 850	1.4318, 1.4301, 1.4307, 1.4401, 1.4404
C850	-	850 - 1000	1.4318, 1.4301, 1.4307, 1.4401, 1.4404
[1)] Property class in compliance with EN 10088-2, CP = proof strength, C = tensile strength			
[2)] Meets the property class requirements in soft annealed condition (designated 2B in EN 10088)			

Forrás: Stainless Steel. Hollow Sections. Outokumpu Handbook, 2008.

Rozsdamentes betonacél



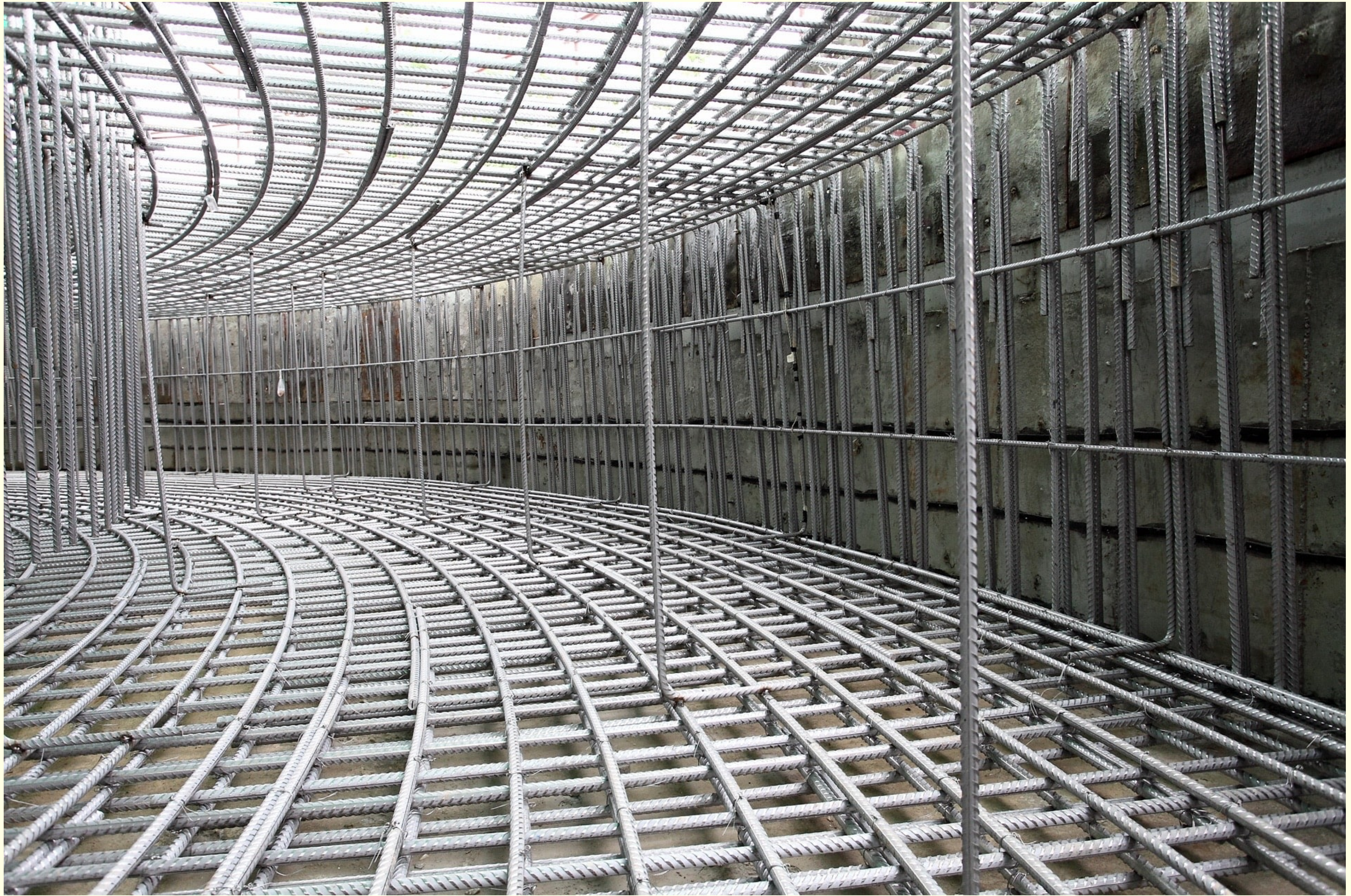
Ø8 mm



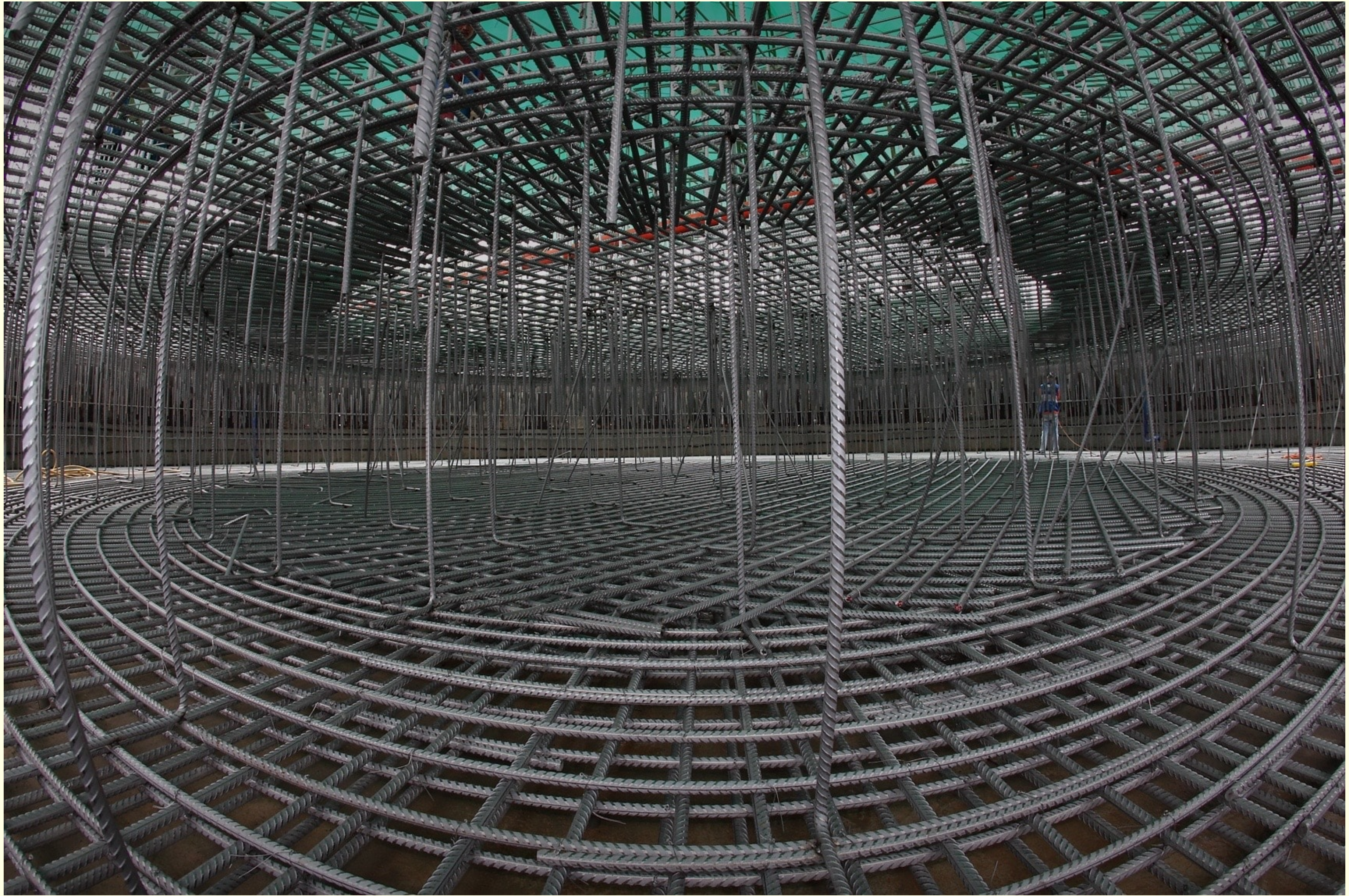
Ø20 mm



Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx



Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx

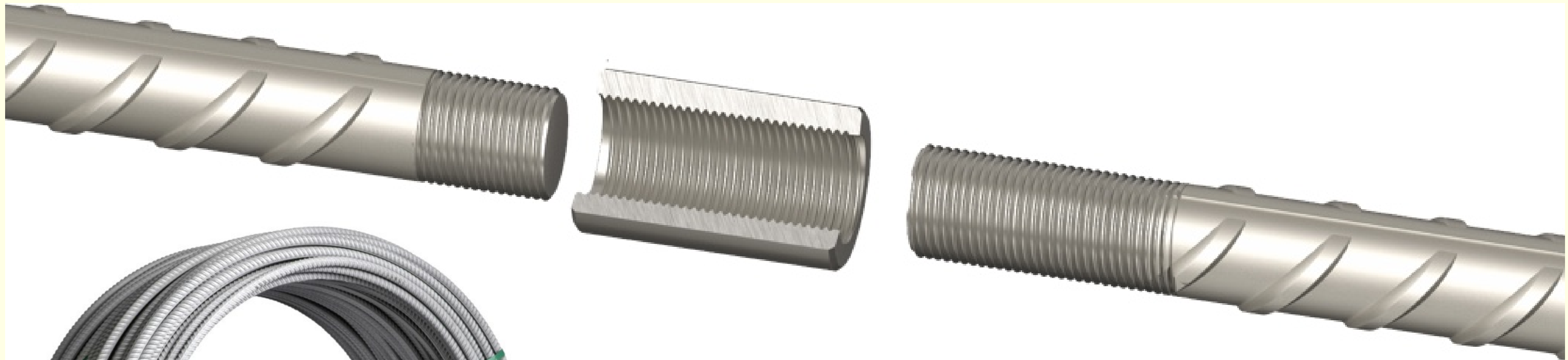


Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx



Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx



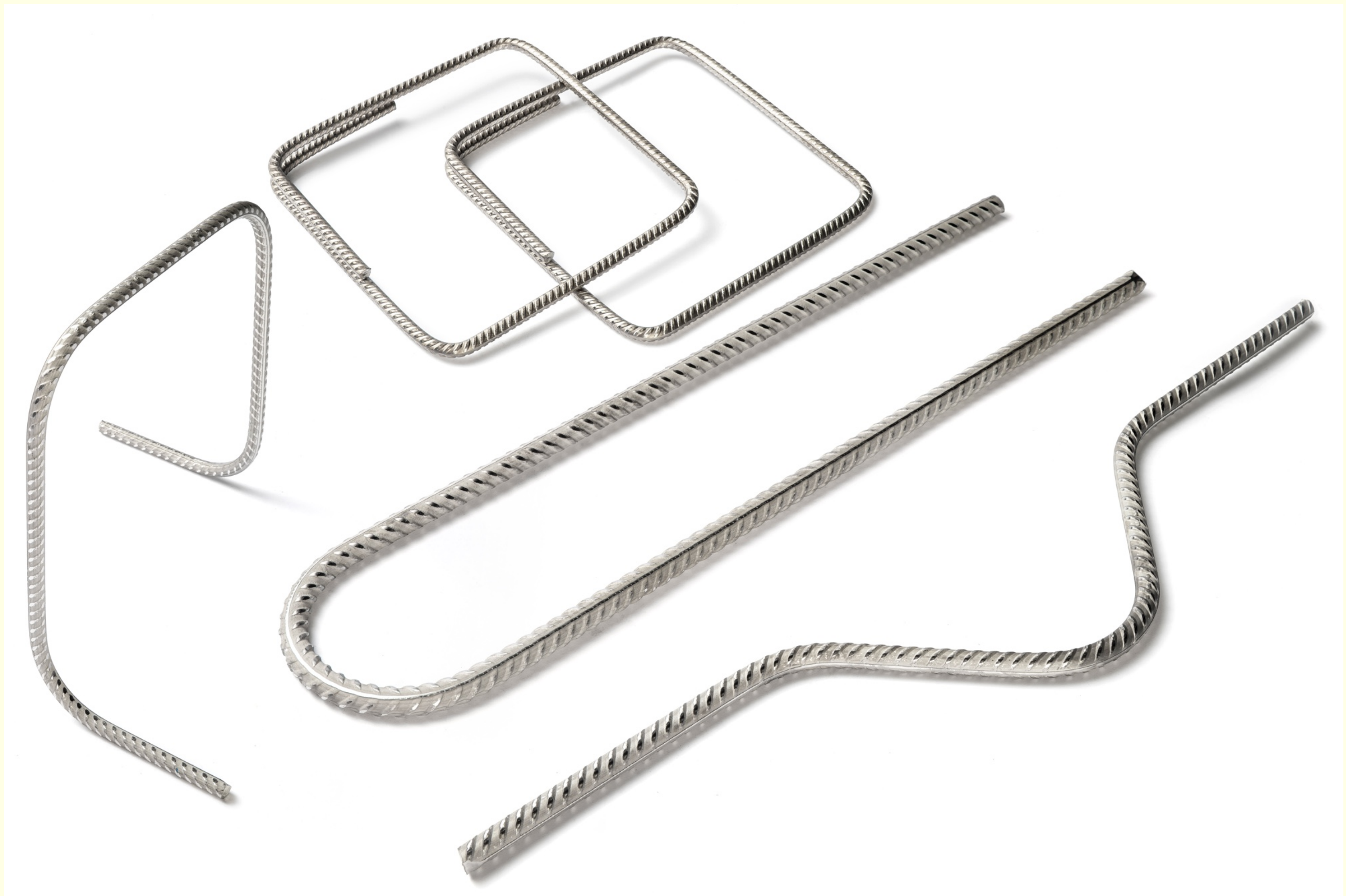




Forrás:
http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx



Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx



Forrás: http://www.outokumpu.com/de/lieferformen/rostfreier-bewehrungsstahl/Seiten/default.aspx

Forrás: Európäische Stahlsorten, 2017.

Betonacél jelölése

Betonstähle

Die Bezeichnung besteht aus:

- B = Hauptsymbol für Betonstähle
- Mechanische Eigenschaften: 3 Ziffern = charakteristischer Wert der Streckgrenze in MPa für den kleinsten Abmessungsbereich. Unter dem Begriff Streckgrenze ist je nach den Angaben in der betreffenden Erzeugnisnorm die obere oder untere Streckgrenze (ReH) oder (ReL) oder die Dehngrenze bei nichtproportionaler Dehnung (Rp) oder die Dehngrenze bei gesamter Dehnung (Rt) zu verstehen.
- Zusatzsymbole für Stähle der Gruppe 1:

  Buchstabe = Duktilitätsklasse, falls erforderlich mit einer oder zwei nachfolgenden Kennziffern

  Duktilitätsklasse A = hergestellt aus kaltverformtem Stahl

  Duktilitätsklasse B = hergestellt aus warmgewalztem Stahl

Steels for reinforcing concrete

Betonacélok jelölése

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

The designation is made up of:

- B = Principal symbol for steels for reinforcing concrete
- Mechanical property: 3 characters = characteristic yield strength in MPa for the smallest dimensional range. The term yield strength refers to upper or lower yield strength (ReH) or (ReL) or proof strength (Rp), or proof strength total extension (Rt) depending on the requirement specified in the relevant product standard.
- Additional symbols for steels of group 1:

  Letter = ductility class followed, where necessary, by 1 or 2 digits

  Ductility class A = made from cold-formed steel

  Ductility class B = made from hot-rolled steel

Példa a betonacélok jelölésére

Beispiel: DIN 488: B500A

Betonstahl (B) mit einem festgelegten Mindestwert der Streckgrenze bei Raumtemperatur von 500 MPa, hergestellt aus kaltverformtem Stahl, Duktilitäts-klasse A

Anmerkung: Ersatznorm EN 10080 enthält keine definierte Betonstahlsorte.

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

Example: DIN 488: B500A

Reinforcing steel (B) with a specified minimum yield strength at ambient temperature of 500 MPa, made from cold-formed steel, ductility class A

Note: Replacement standard EN 10080 does not specify any reinforcing steels.

Feszítőacélok jelölése

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

Spannstähle

Die Bezeichnung besteht aus:

- **Y = Hauptsymbol für Spannstähle**
- **Mechanische Eigenschaften:** 4 Ziffern = Nennwert für Zugfestigkeit Rm in MPa, bei 3stelligen Angaben für die Zugfestigkeit ist eine Null voranzusetzen.
- **Zusatzsymbole für Stähle der Gruppe 1:**

  C = Kaltgezogener Draht

  H = Warmgewalzte Stäbe oder warmgewalzte und behandelte Stäbe

  Q = Vergüteter Draht

  S = Litze

  G = Andere Merkmale, wenn erforderlich mit 1 oder 2 nachfolgenden Ziffern

  Zwecks Unterscheidung zwischen zwei Stahlsorten der betreffenden Erzeugnisnorm können an die Zusatzsymbole der Gruppe 1 ein oder zwei Ziffern angehängt werden.
- **Weitere Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse siehe Kapitel 1.5**

Beispiel: prEN 10138-3: Y1770S7
Spannstahl (Y) mit einem festgelegten Nennwert der Zugfestigkeit bei Raumtemperatur von 1 770 MPa, als Litze hergestellt (S), mit 7 Drähten in der Litze (7)

Feszítőacélok jelölése

Forrás: Europäische Stahlsorten, 2017.

Steels for prestressing concrete

The designation is made up of:

- **Y = Principal symbol** for steels for prestressing concrete
- Mechanical property: 4 characters = nominal tensile strength (Rm) in MPa, where tensile strength is specified by 3 digits the first digit shall be zero.
- **Additional symbols for steels of group 1:**

  C = cold drawn wire

  H = hot rolled bars or hot rolled and processed bars

  Q = quenched and tempered wire

  S = strand

  G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits

  Symbols of group 1 may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard.

- **Further additional symbols for steel products are given in Chapter 1.5**

Example: prEN 10138-3: Y1770S7
Prestressing steel (Y) with a specified nominal tensile strength at ambient temperature of 1770 MPa, manufactured as strand (S), with 7 wires in the strand (7)

Német nyelven

ABRAMS PREMIUM STAHL

DEUTSCH

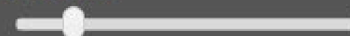
zur Firmenwebsite | App für iPhone/iPad | App für Android | Anleitungsvideo

1.2990	1.2714+QT	1.2361	1.2312				
1.2842	1.2709 ESU	1.2360	1.2311	1.2083 ESU			
1.2510	1.2550	1.2358	1.2294	1.2080		1.4571	
1.2826	1.2436	1.2344	1.2210	1.2067		1.4305	
1.2767	1.2379	1.2344 ESU	1.2162	1.1730		1.4301	1.7225
1.2767 ESU	1.2367	1.2343	1.2099	1.0570	HSS 1.3343	1.4122	1.7225+QT
1.2738	1.2365	1.2343 ESU	1.2085	Toolox 33	HSS PM 23	1.4112	1.7147
1.2714	1.2363	1.2316	1.2083	Toolox 44	HSS PM 4	1.4034	1.7131

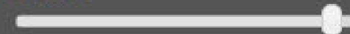
Eigenschaften

Zurück | Werte zurücksetzen

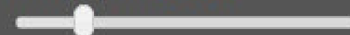
Zugfestigkeit im Lieferzustand (ca.): 770 N/mm²



Gewünschte Arbeitshärte (min.): 62 HRC



Zulässige Arbeitstemperatur: von 20°C bis mind. 200 °C



Zerspanbarkeit (im Lieferzustand):

Zähigkeit:

Verschleißbeständigkeit:

Korrosionsbeständigkeit:

Acél kiválasztó felület: http://www.stahlberater.de/?cc=de

ABRAMS PREMIUM STAHL
ist eine Division der
Abrams Engineering Services GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 38 • D-49084 Osnabrück

T: +49 541/357 39-0
F: +49 541/357 39-39
E: app@premium-stahl.de

info@premium-stahl.de
www.premium-stahl.de
shop.premium-stahl.de

Német nyelven

ABRAMS PREMIUM STAHL® | DEUTSCH

zur Firmenwebsite | App für iPhone/iPad | App für Android | Anleitungsvideo

1.2990 | 1.2714+QT | 1.2361 | 1.2312

PREMIUM 1.2510 100MnCrW4

- Eigenschaften
- Analyse
- Ausführungen
- Alternativen
- PDF Download
- Online-Shop

Lieferhärte max.	229 HB
Zugfestigkeit (Lieferzustand ca.)	770 N/mm2
Arbeitshärte max.	62 HRC
Zugfestigkeit (bei max. Arbeitshärte)	>2.180 N/mm2
Arbeitstemperatur	20 bis 200°C
Zerspanbarkeit	★★★★☆☆
Zähigkeit	★★★☆☆☆
Verschleißbeständigkeit	★★★★☆☆
Korrosionsbeständigkeit	★★☆☆☆☆

Technische Eigenschaften:

1.2510: Sehr universell einsetzbarer mittellegierter Ölhärter mit Schwerpunkt Kaltarbeit: hohe Härteannahme, hohe Maßbeständigkeit sowie gute Schneidhaltigkeit und Zähigkeit. Eigenschaften und Anwendungen sind weitestgehend identisch mit dem Werkstoff 1.2842. Arbeitshärte: 57-62 HRC.

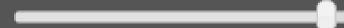
Eigenschaften

Zurück | Werte zurücksetzen

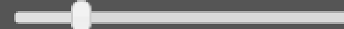
Zugfestigkeit im Lieferzustand (ca.): 770 N/mm²



Gewünschte Arbeitshärte (min.): 62 HRC



Zulässige Arbeitstemperatur: von 20°C bis mind. 200 °C



Zerspanbarkeit (im Lieferzustand): ★★★★☆☆

Zähigkeit: ★★★☆☆☆

Verschleißbeständigkeit: ★★★★☆☆

Korrosionsbeständigkeit: ★★☆☆☆☆

Acél kiválasztó felület: http://www.stahlberater.de/?cc=de

ABRAMS PREMIUM STAHL
ist eine Division der
Abrams Engineering Services GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 38 • D-49084 Osnabrück

T: +49 541/357 39-0
F: +49 541/357 39-39
E: app@premium-stahl.de

info@premium-stahl.de
www.premium-stahl.de
shop.premium-stahl.de

AGB
HAFTUNGSHINWEISE UND DATENSCHUTZ
IMPRESSUM

ABRAMS® PREMIUM STEEL

Angol nyelven

GREAT BRITAIN

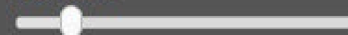
To the homepage | App for iPhone/iPad | App for android smartphones/tablets | Introduction video

1.2990	1.2714+QT	1.2361	1.2312				
1.2842 BO 2	1.2709 ESU / ESR	1.2360 ~Chipper	1.2311	1.2083 ESU / ESR			
1.2510 BO 1	1.2550 BS 1	1.2358	1.2294	1.2080 BD 3		1.4571 320 S 31	
1.2826	1.2436 BD 6	1.2344 BH 13	1.2210	1.2067 BL 3 / BL 1		1.4305 303 S 31	
1.2767	1.2379 BD 2	1.2344 ESU BH 13 ESR	1.2162	1.1730		1.4301 304 S 15	1.7225 708 M 40
1.2767 ESU / ESR	1.2367	1.2343 BH 11	1.2099	1.0570 (St 52-3)	HSS 1.3343 BM 2	1.4122	1.7225+QT
1.2738	1.2365 BH 10	1.2343 ESU BH 11 ESR	1.2085	Toolox 33	HSS PM 23 BM 3	1.4112	1.7147
1.2714	1.2363 BA 2	1.2316	1.2083	Toolox 44	HSS PM 4 BM 4	1.4034	1.7131 527 M 17

Properties

Back | Restore values

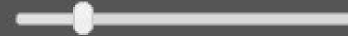
Tensile strength on delivery (approx.): 765 N/mm²



Desired working hardness (min.): 61 HRC



Allowable operating temperature: from 20 °C to min. 200 °C



Machinability (on delivery): ★★★★★★

Toughness: ★★★★★★

Wear resistance: ★★★★★★

Corrosion resistance: ★★★★★★

Acél kiválasztó felület: http://www.steel-guide.co.uk/?cc=gb

ABRAMS PREMIUM STEEL
is a registered trademark of
Abrams Engineering Services GmbH & Co. KG
Hannoversche Str. 38 • 49084 Osnabrueck / Germany

T*: +44 (0) 121 368 0910
F*: +44 (0) 121 368 0911
app@premium-steel.co.uk

sales@premium-steel.co.uk
www.premium-steel.co.uk
shop.premium-steel.co.uk

GTC
DISCLAIMER
IMPRINT

* The domestic service numbers listed here are used to reduce the costs for our clientele in Great Britain. You will be redirected to our native English speaking accounts managers in Germany.

Angol nyelven

ABRAMS PREMIUM STEEL

GREAT BRITAIN

To the homepage | App for iPhone/iPad | App for android smartphones/tablets | Introduction video

PREMIUM 1.2510 – BS BO 1 100MnCrW4

- Properties
- Chemical composition
- Specifications
- Alternatives
- PDF Download
- Online Shop

Delivery hardness max.	229 HB
Tensile strength (approx. on delivery)	770 N/mm2
Working hardness max.	62 HRC
Tensile strength (at max. working hardness)	>2,180 N/mm2
Working temperature	20 up to 200°C
Machinability	★★★★★★
Toughness	★★★★★★
Wear resistance	★★★★★★
Corrosion resistance	★★★★★★

Technical properties:

BS BO 1: Alloyed oil hardener with focus on cold work, can be used for a wide range of applications: full hardenability, high degree of dimensional stability, good cutting power and good toughness. Its technical properties and its applications are similar to those of BS BO 2. Working hardness: 57-62 HRC.

Properties

Back | Restore values

- Tensile strength on delivery (approx.): 765 N/mm²
- Desired working hardness (min.): 61 HRC
- Allowable operating temperature: from 20 °C to min. 200 °C
- Machinability (on delivery): ★★★★★★
- Toughness: ★★★★★★
- Wear resistance: ★★★★★★
- Corrosion resistance: ★★★★★★

Acél kiválasztó felület: http://www.steel-guide.co.uk/?cc=gb

ABRAMS PREMIUM STEEL
is a registered trademark of
Abrams Engineering Services GmbH & Co. KG
Hannoversche Str. 38 • 49084 Osnabrueck / Germany

T*: +44 (0) 121 368 0910
F*: +44 (0) 121 368 0911
app@premium-steel.co.uk

sales@premium-steel.co.uk
www.premium-steel.co.uk
shop.premium-steel.co.uk

GTC
DISCLAIMER
IMPRINT

* The domestic service numbers listed here are used to reduce the costs for our clientele in Great Britain. You will be redirected to our native English speaking accounts managers in Germany.

Erzeugung von nichtrostendem Stahl gestiegen

29 March 2017

Die weltweite Produktion von nichtrostendem Stahl hat sich 2016 gegenüber dem Vorjahr um 10,2 Prozent auf 45,8 Millionen Tonnen erhöht. Das berichtete das Internetportal „stahl-online.de“ der Wirtschaftsvereinigung Stahl unter Berufung auf eine Mitteilung des International Stainless Steel Forums (ISSF). In China sei die Produktion von nichtrostendem Stahl im Vergleich zu 2015 um 15,7 Prozent auf 24,9 Millionen Tonnen gestiegen, heißt es.

Rozsdamentes acél termelése növekszik a világban

Globális termelés rozsdamentes acélból 2016-ban az előző évhez képest 10,2 százalékkal nőtt, és mintegy 45,8 millió tonnát tett ki. Erről számolt be a német Acél Szövetség „stahl-online.de” internetes portálja, a Nemzetközi Stainless Steel Forumra (ISSF) hivatkozva. Kínában a termelés a rozsdamentes acélból 2015-höz képest 15,7 százalékkal nőtt, nagysága 24,9 millió tonna.

11 April 2017

Die Rohstahlerzeugung in Deutschland ist im März 2017. um 1,9 Prozent gegenüber dem Vorjahresmonat auf 3,9 Millionen Tonnen gewachsen. Das teilte die Wirtschaftsvereinigung Stahl mit. Die Produktion lag demnach im ersten Quartal 2017 knapp 2 Prozent über der des Vorjahres.

Die Stahlmengenkonjunktur habe somit ihren moderaten Erholungskurs fortgesetzt, der durch die Auftragseingangsentwicklung im abgelaufenen Jahr vorgezeichnet gewesen sei, heißt es.

FujiwaraMuro Architects tervezte karcsú három szintes családi ház Osakában, a teljes homlokzatfelületet kitöltő ablakokkal, eléjük rozsdamentes acél lánc függönyt húzva, amely lehetővé teszi a fény beáramlását, miközben a magánélet sem kerül teljesen a "kirakatba".







Forrás: http://tervlap.hu/cikk/show/id/5245 és https://www.dezeen.com/2017/04/09/steel-chain-curtains-skinny-split-level-house-fukiwaramuro-architects-osaka-japan /

Barcelonai Basilika Sagrada Família



Forrás: http://www.umformtechnik.net/edelstahlbleche-und-%E2%80%93langgut-fuer-barcelonas-sagrada-fam%C3%ADlia_32206_de/#

Barcelonai Basilika Sagrada Família (Szent Család templom)

A templomot *Antoni Plácid Gaugi* (Reus, 1852 – Barcelona, 1926) katalán építész tervezte. A templom alapkőletétele 1882-ben volt. Az építés befejezését háborúk és anyagi nehézségek hátráltatták, most azonban 2026-ra a teljes befejezésről döntöttek. Az építés költségét , mint eddig is, teljes egészében idegenforgalmi és múzeumi adományokból és bevételekből fedezik. A templom látogatóinak száma évente 3,2 millió fő. A templom az építés alatt Is zavartalanul látogatható.

Befejezett állapotában a neogótikus Sagrada Familia templomnak 18 darab 94-182 m magas tornya lesz. A toronyszerkezetek rozsdamentes acél anyagát elsősorban szilárdsága és korrózióállósága alapján választották ki. A különféle alakú és méretű „Forta DX 2304“ és „Forta DX 2205“ típusú rozsdamentes acélok egyedüli beszállítója a finn Outokumpu acélművek.

Forrás: http://www.umformtechnik.net/edelstahlbleche-und-%E2%80%93langgut -fuer-barcelonas-sagrada-fam%C3%ADlia_32206_de/#

Antoni Gaudi 1878-ban

Sagrada Familia templom 2005-ben

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Antoni_Gaud%C3%AD



Forrás: http://www.umformtechnik.net/edelstahlbleche-und-%E2%80%93langgut-fuer-barcelonas-sagrada-fam%C3%ADlia_32206_de/#



Seine Modelle aus schlaffen Schnüren hatte Gaudi kopfunter aufgehängt und je nach Gestaltung mit Gewichten beschwert. Das Verfahren empfahl sich für Baustrukturen, die vor allem auf Druck beansprucht sind und kaum auf Biegung. Bild: Filì

Barcelonai Basilika Sagrada Família

A templom tervezője, *Antoni Gaudi* a templom erőjátékát súlyokkal terhelt lazán felfüggesztett zsinórhálóval modellezte, majd a modellt képzeletben „talpára állította". Ezt a modellezési módot a gótikára jellemző, főleg nyomásra igénybe vett, hajlításnak alig kitett szerkezetek esetén célszerű alkalmazni.

Forrás:
http://www.umformtechnik.net/edelstahlbleche-und-%E2%80%93langgut-fuer-barcelonas-sagrada-fam%C3%ADlia_32206_de

A Kuvaitban 2018-ra elkészülő, 36 km hosszú „Scheich Dschabir al-Ahmad as-Sabah” híd építéséhez az Outokumpu acélművek 1600 tonna Forta DX 2304 típusú rozsdamentes acélt szállít.



Forrás: http://www.outokumpu.com/SiteCollectionImages/Imagegalleries/Outokumpu%20wins%20a%20stainless%20steel%20rebar%20order%20for%20a%20highway%20bridge%20project%20in%20Kuwait/s6_al-sabah-causeway2_1208x804pxl.jpg

8 May 2017

Outokumpu hat eigenen Angaben zufolge 1.000 Tonnen Edelstahl der Sorte Supra 316L/4404 für den Hauptsitz der China Resources Group in China bereitgestellt. Dieser 392,5 Meter hohe Wolkenkratzer wird gerade gebaut und soll bis 2018 fertiggestellt werden. Das geht aus einer Mitteilung des finnischen Edelstahlkochers hervor. Der Edelstahl aus dem Outokumpu-Kaltwalzwerk im hessischen Dillenburg wurde demnach in „Deco Linen“-Oberflächenausführung gefertigt und geliefert. Der Wolkenkratzer, der von den Architekten der Firma KPF entworfen worden sei, habe 56 äußere Edelstahl-Stützen, die als Träger für die Glasfassade dienen. So werde eine charakteristische Form geschaffen, ohne dass innere Säulen benötigt würden, um eine offene Raumaufteilung zu ermöglichen, heißt es.

Itt lehet róla részletesebben olvasni: http://www.rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefeld-stahl-fuer-392-meter-wolkenkratzer-in-china-aid-1.6808638

Die City von Shenzen in China soll bis Ende des kommenden Jahres um eine Attraktion reicher sein: Die China Resources Group baut einen 392,5 Meter hohen Wolkenkratzer, in dem 1000 Tonnen Edelstahl von Outokumpu verbaut sein werden. FOTO: CLW





Im Kaltwalzwerk in Dillenburg wurde der Edelstahl in der Oberflächenausführung "Deco Linen" für die Fassade des Wolkenkratzers gefertigt, die Logistik in Krefeld koordiniert. FOTO: Outokumpu



Borotva pengék martenzites rozsdamentes acélból
Forrás: Merkblatt 821 „Edelstahl Rostfrei. Eigenschaften” 5. Auflage.
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Düsseldorf, 2014.
http://www.edelstahl-rostfrei.de/downloads/iser/MB_821.pdf

Vonatkozó szabványok

MSZ EN 10083-1:2006 Angol nyelvű!
„Nemesíthető acélok. 1. rész: Általános műszaki szállítási feltételek”

MSZ EN 10088-1:2015 Angol nyelvű!
„Korrózióálló acélok. 1. rész: A korrózióálló acélok jegyzéke”

MSZ EN 10088-2:2015 Angol nyelvű!
„Korrózióálló acélok. 2. rész: Az általános felhasználású, korrózióálló acél finom- és durvalemezek és szalagok műszaki szállítási feltételei”

MSZ EN 10088-3:2015 Angol nyelvű!
„Korrózióálló acélok. 3. rész: Az általános felhasználású félgyártmányok, rudak, hengerhuzalok, huzalok, idomacélok és fényes termékek műszaki szállítási feltételei”

MSZ EN 10088-4:2009 Angol nyelvű!
„Korrózióálló acélok. 4. rész: Szerkezeti célú, korróziónak ellenálló acél finom- és durvalemezek, valamint szalagok műszaki szállítási feltételei”

MSZ EN 10088-5:2009 Angol nyelvű!
„Korrózióálló acélok. 5. rész: Szerkezeti célú, korróziónak ellenálló acélból készült rudak, hengerhuzalok, huzalok, idomacélok és fényes termékek műszaki szállítási feltételei”

ASTM A 240/A 240Ma:2016
„Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications”

Felhasznált irodalom



DIN

Walter Tirler

Beuth Pocket

Europäische Stahlsorten

Bezeichnungssystem und DIN-Vergleich

European Steel Grades

Designation system and DIN comparison

4. Auflage, überarbeitet und erweitert
4th edition, revised and expanded

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Seite

Page



Paul Gümpel
und 7 Mitautoren

Rostfreie Stähle

Grundwissen, Konstruktions- und Verarbeitungshinweise

5., durchgesehene Auflage

Mit 224 Bildern und 34 Tabellen

Kontakt & Studium Band 493

expert verlag Renningen, 2016.

Rostfreie Stähle

Grundwissen, Konstruktions- und Verarbeitungshinweise

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Dipl.-Ing. Gunter Blumhofer
Prof. Dr.-Ing. Horst Dören
Dipl.-Ing. Wolfgang Gebel
Dr.-Ing. Winfried Heimann
Dr. Rudolf Morach
Dr.-Ing. Karl W. Schmitz
Dr.-Ing. Georg Uhlig

5., durchgesehene Auflage

Mit 224 Bildern und 34 Tabellen



Kontakt & Studium
Band 493

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Wilfried J. Bartz
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Mesenholl
Dipl.-Ing. Elmar Wippler

expert verlag Renningen, 2016.

Jörg Dombrowski (Hrsg.)

Schweißen im Metallbau

Planen, Ausführen, Nachbehandeln, Toleranzen



Coleman   Köln, 2015.   Metallbau

Schweißen im Metallbau

Planen, Ausführen, Nachbehandeln, Toleranzen

259 Abbildungen und 111 Tabellen

Herausgeber:
Dipl.-Ing. Jörg Dombrowski

Autoren:
Ing.-Päd. f. Maschinenbau Lothar Hirschhausen
Dipl.-Ing. Frank Kania, Schweißfachingenieur (EWE)
Dipl.-Ing. (FH) Armin Richter, Schweißfachingenieur (IWE)
Dr.-Ing. Uwe Roxlau
Metallbauermeister Roland Rühlmann, Schweißfachmann (IWS)
M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) René Schasse, Schweißfachingenieur (IWE)
Dipl.-Ing. Joachim Schmidt
Prof. Dr.-Ing. habil. Jochen Schuster
Dipl.-Ing. (FH), Metallbauermeister Stephan Stickling, Schweißfachingenieur (IWE)
Dipl.-Ing. Karsten Zimmer, Schweißfachingenieur (EWE)

Coleman

Köln, 2015.



OUTO KUMPU

Szakmai konferencia

2011.

Korrózióálló acélok alkalmazása az építőiparban

Előadások anyagai

Stainless Steel Hollow Sections Handbook

Finnish Constructional Steelwork Association Ltd.
Helsinki, 2008.

With compliments
Outokumpu Stainless Tubular Products

STALA TUBE

OUTO KUMPU

FCSA
Finnish Constructional Steelwork Association



Klein

Einführung in die DIN-Normen

14. Auflage



Beuth 2008.

Klein

Einführung in die DIN-Normen

Herausgegeben vom
DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Bearbeitet von
Dieter Alex, Andrea Fluthwedel, Wolfgang Goethe,
Tim Hofmann, Gerhard Imgrund, Manfred Kaufmann,
Peter Kiehl, Stefan Krebs, Babara Rasch,
Bärbel Schambach, Alois Wehrstedt

14., neubearbeitete Auflage

Mit 2051 Bildern, 733 Tabellen und 352 Beispielen



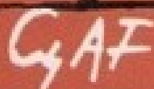
Beuth 2008.

B.G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden
Beuth Verlag GmbH Berlin · Wien · Zürich

Dr. Balázs György

Építőanyagok és kémia

Műegyetemi Kiadó























1984.

Építőanyagok és kémia

Írta:

Dr. Balázs György
egyetemi tanár
a műszaki tudományok doktora

TANKÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1984

OSZTATNI MIHÁLY

KONVERTER-ACÉLGYÁRTÁS

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

1982.

Osztatni Mihály
okl. kohómérnök

KONVERTERACÉLGYÁRTÁS

Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982

MÉRNÖKI SZERKEZETEK ANYAGTANA 2.

FA-KŐ-FÉM-

PALOTÁS KÖTŐANYAGOK



1979.

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

MÉRNÖKI SZERKEZETEK ANYAGTANA 2.

FA—KŐ—FÉM—KÖTŐANYAGOK

ÍRTA

DR. PALOTÁS LÁSZLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA,
KOSSUTH-DÍJAS NY. EGYETEMI TANÁR

MUNKATÁRSAK:

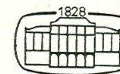
DR. KERTÉSZ PÁL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA, EGYETEMI DOCENS

(V. RÉSZ)

DR. VERESS SÁNDOR

NY. FŐISKOLAI TANÁR
(VI. RÉSZ)



AKADÉMIAI KIADÓ • BUDAPEST 1979

Handbuch der Sonderstahlkunde

Von

Ed. Houdremont

Band I

Handbuch der Sonderstahlkunde

Von

Prof. Dr.-Ing. Eduard Houdremont

Vorstandsmitglied der Fried. Krupp A.-G., Essen

Mit 873 Textabbildungen
und 224 Zahlentafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1943

WEIGELSBERGI WEIGL ERNÓ

TAKARÉKACÉLOK

Budapest, 1943.

TAKARÉKACÉLOK

ÍRTA:

weigelsbergi WEIGL ERNŐ

OKL. VASKOHÓMÉRNÖK, ÁLLAMVASGYÁRI MŰSZAKI TANÁCSOS,
A MÁVAG ELEKTRÓACÉLMŰVÉNEK FŐNÖKE

A SZERZŐ KIADÁSA

NYOMATOTT

A KIR. MAGYAR EGYETEMI NYOMDÁBAN BUDAPESTEN 1943. ÉVBEN

Monypenny - Schäfer

Rostfreie Stähle

Rostfreie Stähle

Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „Stainless Iron and Steel" von J. H. G. Monypenny in Sheffield

Von

Dr.-Ing. Rudolf Schäfer

Mit 122 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1928



Köszönöm
a szíves figyelmüket…